

Школа – Инженерная школа информационных технологий и подготовки
 Направление подготовки – 15.03.06 Мехатроника и робототехника
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Устройство выпекания для автоматизации кондитерского производства

УДК 681.52/.53:664

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Е61	Веденин Егор Дмитриевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Тырышкин А. В.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН УОД	Конотопский В. Ю.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД УОД	Матвиенко В. В.	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Мамонова Т. Е.	К.Т.Н.		

Томск – 2020 г.

ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Код результата	Результат обучения (Выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Применять глубокие естественно-научные, математические знания в области анализа, синтеза и проектирования для решения научных и инженерных задач производства и эксплуатации мехатронных и робототехнических устройств и систем, в том числе их систем управления.
P2	Воспринимать, обрабатывать, анализировать и обобщать научно-техническую информацию, передовой отечественный и зарубежный опыт в области теории, проектирования, производства и эксплуатации мехатронных и робототехнических устройств и систем, принимать участие в командах по разработке и эксплуатации таких устройств и систем.
P3	Применять полученные знания для решения инженерных задач при разработке, производстве и эксплуатации современных мехатронных и робототехнических устройств и систем (в том числе интеллектуальных) с использованием технологий мирового уровня, современных инструментальных и программных средств.
P4	Определять, систематизировать и получать необходимую информацию в области проектирования, производства, исследований и эксплуатации мехатронных и робототехнических модулей, устройств и систем.
P5	Планировать и проводить аналитические, имитационные и экспериментальные исследования для целей проектирования, производства и эксплуатации мехатронных и робототехнических средств и систем с использованием передового отечественного и зарубежного опыта, уметь критически оценивать полученные теоретические и экспериментальные данные и делать выводы.
P6	Понимать используемые современные методы, алгоритмы, модели и технические решения в мехатронике и робототехнике и знать области их применения, в том числе в автоматизированных производствах.

P7	Применять глубокие естественнонаучные, математические знания в области анализа, синтеза и проектирования для решения научных и инженерных задач производства и эксплуатации мехатронных и робототехнических устройств и систем, в том числе их систем управления.
<i>Универсальные компетенции</i>	
P8	Эффективно работать в профессиональной деятельности индивидуально и в качестве члена команды.
P9	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде с пониманием культурных, языковых и социально-экономических различий.
P10	Проявлять широкую эрудицию, в том числе знание и понимание современных общественных и политических проблем, демонстрировать понимание вопросов безопасности и охраны здоровья сотрудников, юридических аспектов, ответственности за инженерную деятельность, влияния инженерных решений на социальный контекст и окружающую среду
P11	Следовать кодексу профессиональной этики и ответственности и международным нормам инженерной деятельности.



Школа – Инженерная школа информационных технологий и подготовки
Направление подготовки – 15.03.06 Мехатроника и робототехника
Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

(Подпись)

(Дата)

Мамонова Т. Е.
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Группа	ФИО
8Е61	Веденин Егор Дмитриевич

Устройство выпекания для автоматизации кондитерского производства	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	59-53/с от 28.02.2020

Срок сдачи студентом выполненной работы:	12.06.2020
--	------------

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объектом исследования является устройство выпекания для автоматизации кондитерского производства. Областью применения данного устройства является область торговли.</p>
---	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Обзор литературы с целью изучения проблемы построения устройства выпекания для автоматизации кондитерского производства. Рассмотрение существующих аналогов и способов решения данной проблемы. Изучение литературы в сфере производства выпечных изделий с высоким содержанием белка. Расчёт конвейеров и нагревателей, разработка чертежей.</p>
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Конструкторская документация для устройства выпекания</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент. Ресурсоэффективность и ресурсосбережение.</p>	<p>Конотопский В. Ю.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Матвиенко В. В.</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>Заключение (Conclusion)</p>	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	27.02.2020
--	------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Тырышкин А. В.	к.т.н.		27.02.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Е61	Веденин Егор Дмитриевич		27.02.2020

Школа – Инженерная школа информационных технологий и подготовки
 Направление подготовки – 15.03.06 Мехатроника и робототехника
 Уровень образования – Бакалавриат
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники
 Период выполнения _____ (осенний / весенний семестр 2019 /2020 учебного года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	12.06.2020
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
29.05.2020	Финансовый менеджмент. Ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
27.05.2020	Социальная ответственность	10
11.06.2020	Основная часть	75

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Тырышкин А. В.	К.Т.Н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Мамонова Т. Е.	К.Т.Н.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Е61	Веденину Егору Дмитриевичу

Школа	ИШИТР	Отделение школы (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.06 Мехатроника и робототехника

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Использовать действующие ценники и договорные цены на потребленные материальные и информационные ресурсы, а также указанную в МУ величину тарифа на эл. энергию
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	—
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Действующие ставки единого социального налога и НДС (см. МУ, ставка дисконтирования $i=0.1$)

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1 Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Оценка готовности полученного результата к выводу на целевые рынки, краткая характеристика этих рынков
2 Планирование и формирование бюджета научных исследований	Построение плана-графика выполнения ВКР, составление соответствующей сметы затрат, расчет величины НДС и цены результата ВКР
3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Качественная и количественная характеристика экономического и др. видов эффекта от внедрения результата, определение эффективности внедрения

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ - <u>выполнить</u>
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ - <u>выполнить</u>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	27.02.2020
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН УОД	Конотопский Владимир Юрьевич	К. Э. Н.		27.02.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Е61	Веденин Егор Дмитриевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Е61	Веденину Егору Дмитриевичу

Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.06 Мехатроника и робототехника

Тема ВКР:

Устройство выпекания для автоматизации кондитерского производства	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является устройство выпекания для автоматизации кондитерского производства. Область применения : пищевая промышленность.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018) 2. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. 3. ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования. 4. ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования.
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Выявление и анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при разработке решения. <ul style="list-style-type: none"> – повышенный уровень шума на рабочем месте; – недостаточная освещенность рабочей зоны; – повышенный уровень электромагнитных полей (ЭМП); – неудовлетворительный микроклимат

	– повышенный уровень напряженности электростатического поля
3. Экологическая безопасность:	Воздействие на атмосферу – идёт процесс горения внутри устройства
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<p>Перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения- пожар; разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. использование огнетушителя, песка, асбестового одеяла 2. в случае стихийных бедствий отключение воды и электричества 3. организационная эвакуация работающих;

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	27.02.20
---	-----------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД УОД	Матвиенко В.В.			27.02.20

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Е61	Веденин Егор Дмитриевич		27.02.20

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 103 страницы, 9 рисунков, 25 таблиц, 23 источников, 1 приложение.

Ключевые слова: блины, пищевая промышленность, кондитерские изделия, автоматизация, выпечка.

Объектом исследования является устройство выпекания для автоматизации кондитерского производства.

Цель работы – проектирование устройства выпекания для автоматизации кондитерского производства и выбор оборудования для него.

В процессе исследования проводились изучение литературы и рассмотрение информации из различных источников на тему производства выпечных изделий, а также были проведены эксперименты.

В результате работы было спроектировано устройство выпекания для автоматизации кондитерского производства.

Область применения: пищевая промышленность, область торговли.

Экономическая эффективность/значимость работы: данная установка поможет заменить поваров-блинопеков на автоматизированную установку, что увеличит прибыль ресторанов быстрого питания.

В будущем планируется подать заявку на патент, соединить с устройством замешивания и внедрить данную установку в кафе быстрого питания и учебные корпуса.

Оглавление

Введение	13
1 Теоретическая часть.....	14
1.1 Актуальность.....	14
1.1 Обзор аналогов.....	15
2 Практическая часть	20
2.1 Экспериментальная часть с поиском значений, необходимых для дальнейших расчётов.	20
2.2 Разработка конвейера	26
2.3 Выбор конвейерной ленты	28
2.4 Расчёт конвейера и двигателя	28
2.5 Выбор нагревательного элемента	35
2.5.1 Подбор нагревателя	35
2.6 Устройство натяжения ленты.....	39
3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	41
3.1 Цели и задачи разработки.....	41
3.2 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности.	41
3.2.1 Потенциальные потребители результатов исследования	41
3.3 SWOT – анализ.....	42
3.5 Продолжительность этапов работ	46
3.6 Расчет сметы затрат на выполнение проекта	51
3.6.1 Расчет затрат на материалы.....	51
3.6.2 Расчет заработной платы	52
3.6.3 Расчет затрат на социальный налог	53
3.6.4 Расчет затрат на электроэнергию	53
3.6.5 Расчет амортизационных расходов.....	54
3.6.6 Расчет прочих расходов.....	56
3.6.7 Расчет общей себестоимости разработки	56
3.6.8 Расчет прибыли	56
3.6.9 Расчет НДС.....	57
3.6.10 Цена разработки НИР	57

3.7	Оценка экономической эффективности проекта.....	57
3.8	Определение срока окупаемости инвестиций (PP – payback period) ..	58
4	Социальная ответственность	59
4.1	Введение	59
4.2	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности ..	59
4.2.1	Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства.....	60
4.2.1	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	60
4.3	Производственная безопасность	61
4.3.1	Анализ потенциально возможных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований и во время эксплуатации	61
4.3.2	Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов	63
4.4	Экологическая безопасность	70
4.4.1	Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду.....	70
4.4.2	Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду.....	70
4.5	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	72
4.5.1	Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС	72
	Заключение	74
	Список литературы	75
	Приложение А (обязательное) Конструкторская документация для устройства выпекания	78

Введение

В студенческие годы молодому и активному организму требуется обильное питание, дабы утолять потребности организма и поддерживать его тонус на протяжении всего дня. Однако студентам сделать это затруднительно, ведь во время учебы поесть чего-то свежего и питательного не всегда представляется возможным, ведь это, во-первых, драгоценное время, а во-вторых, деньги. Не всегда у студента есть возможность тратить какой-то из вышеупомянутых активов.

1 Теоретическая часть

1.1 Актуальность

Со стороны голодного студента, в корпусе ТПУ №10 нет столовой, что и вынуждает его, студента, идти за пределы корпуса в поисках свежего рациона. Не всех устраивают снеки и шоколадные батончики, представленные в вендинговых автоматах, расположенных на каждом этаже корпуса – это не полезная еда, а также цены заметно выше, чем в магазинах. Стипендия студента же около 2400 рублей в месяц – питаться на неё достаточно проблематично. Поэтому тут же встает вопрос выбора сытного и свежеприготовленного продукта – блина. Сравним стоимость приготовления блина с его покупкой в другой сети.

Возьмем рецепт приготовления блинов [1]:

- 500 мл молока;
- 3 шт. яиц;
- 280 г муки;
- 2 столовые ложки сахара;
- 1 чайная ложка соли;
- 3 столовых ложки масла.

Отсюда рассчитаем приблизительные затраты, так как цены варьируются в зависимости от магазина и экономической ситуации в стране (расчёты делаются на март 2020 года в гипермаркете «Лента»):

- Молоко 55 рублей/литр;
- Яйца 50 рублей/6 штук;
- Мука 70 рублей/2 кг.

Итого 61,5 рубль в эту сумму зачтём соль, сахар и масло, а также прочие расходы и округлим до 80 рублей. Одна такая порция содержит примерно 15 блинов, то есть 5,5 рублей за один блин. Если считать, что человеку достаточно в день есть 30 таких блинов, чтобы не чувствовать голод, то выходит 160 рублей в день. если же заглянуть в блинную «Сибирские блины», то один блин с горячей начинкой в среднем обойдется в 134 рубля.

1.1 Обзор аналогов

На данный момент существует множество устройств, позволяющих выпекать не только блины, но и разную выпечку; однако в данной работе будет рассмотрено несколько Российских разработок, а также один зарубежный аналог.

БЛК-1200 ОРТИ

Данный робот разработан и собран в конструкторском бюро в городе Омске. Установка состоит из 30 поверхностей для выпекания блинов, 3 устройств дозирования теста, устройства для замешивания теста, устройства для переворачивания блинов и устройства для снятия готовых блинов, причем поверхности для выпекания блинов находятся в покое относительно пола, а остальная часть конструкции вращается относительно них. Представленное устройство, в установившемся режиме, способно выпекать до 1200 блинов в час диаметром 210 – 230 мм и толщиной 2 мм [2].

Недостатком же данной установки являются её габариты: 3500x2070x2750 мм, что является неприемлемым для использования в корпусах учебных заведений или в кафе.

Изображение установки представлено на рисунке 1.



Рисунок 1 - Устройство БЛК - 1200 ОРТИ

Устройство, установленное на ВДНХ в Москве

Это устройство было представлено на ВДНХ в Москве, также его показывали по телевизионным каналам. Данный робот состоит из двух манипуляторов, на которых рабочими органами являются половник и лопатка, а также из плитки со сковородкой и емкостью с заранее заготовленным тестом. Один из манипуляторов берет половником тесто, выкладывает на сковородку, второй манипулятор переворачивает блин, а затем после полной готовности убирает его со сковороды [3].

Недостатком установки является то, что она не может производить блины в крупных масштабах. За 2 дня работы на выставке он испек лишь несколько сотен блинов.

Изображение робота представлено на рисунке 2.

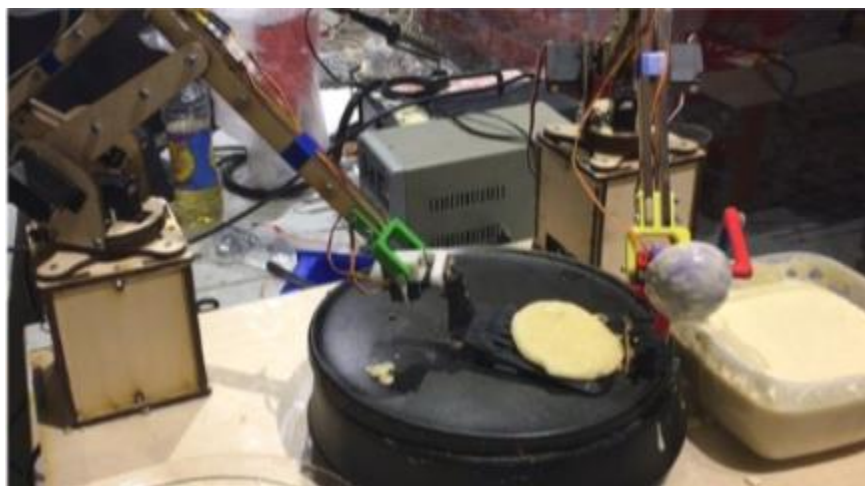


Рисунок 2 – устройство, установленное на ВДНХ в Москве

Машина для изготовления блинов XZ-400

Робот состоит из дозирующего устройства, выравнивающего устройства, устройства для снятия готового блина и поверхности для выпекания блина. В данном устройстве движущаяся часть робота вращается вокруг неподвижных плит, где жарятся блины; если смотреть сверху, устройство дозирования

выливает тесто на горячую поверхность, тесто разравнивается по поверхности, пропекается и снимается по готовности.

На сайте производителя указаны габариты(мм) 1800x750x1050 и потребляемая мощность – 10 кВт. Так же производитель обещает 700 блинов диаметром 200 мм в час, однако на видео, предоставленном на официальном Youtube-канале, видно, что блины диаметром 400мм, а скорость изготовления заметно ниже. Так же роботу ещё помогает человек, передвигая свежеиспеченные блины. Аппарат является достаточно габаритным, что возможность его установки в учебный корпус или маленькое кафе отсутствует [4].

Изображение установки представлено на рисунке 3.



Рисунок 3 - Машина для изготовления блинов XZ-400

Самодельный конвейер для выпечки блинов

Устройство состоит из тары с заранее заготовленным тестом, дозирующего устройства, двух рабочих поверхностей для выпекания блина с одной и другой сторон, а также газового нагревателя. Скорость выпекания блинов, в установившемся режиме, приблизительно равна 1 блину размером 300x300 мм в минуту [5].

Недостатками данного устройства выступают:

- отсутствие выравнивающего устройства, отчего блин получается неровным и с дырами;
- отсутствие устройства для формирования готового блина – в самом конце человек сам отрезает блин от ленты и убирает его.

Изображение конвейера представлено на рисунке 4.



Рисунок 4 - Самодельный конвейер для выпекания блинов

Breadbot

Разработка американской компании. Установка выпекает одну булку свежего хлеба за 6 минут. Её габариты(мм): 3000x1400x2000. Она является самой продуманной из всех описанных выше установок, а также она полностью автоматизирована, как заверяет продавец. Разработчик задумывал установку как мини-пекарню для супермаркетов, поэтому используется она пока что только в них [6, 7].

Американская сеть супермаркетов Stop & Shop запустила пилот по тестированию автоматов. Первая машина установлена в городе Милфорд (Коннектикут). Разработка абсолютно работоспособна, а значит и блинопек со схожими принципами и целью постепенного ухода от практики продажи блинов с консервантами, рассчитанных на длительное хранение, в пользу свежих блинов.

Изображение установки представлено на рисунке 5.



Рисунок 5 – установка BreadBot

2 Практическая часть

2.1 Экспериментальная часть с поиском значений, необходимых для дальнейших расчётов.

Чтобы разработать робота, который печёт блины, необходимо разобраться, что происходит, когда мы выпекаем блин. Для этого необходимо приготовить блин, измерив все интересующие величины.

Использованное оборудование:

- Сковорода с рабочей поверхностью площадью $S = 0,1 \text{ м}^2$;
- заранее заготовленное и усаженное под действием силы тяжести в течение 1 часа тесто;
- Мерный стакан с рабочим объемом до 500 мл;
- Электронные кухонные весы VIGOR HX-8208 с точностью измерения 1 г.

Все результаты приведенных ниже экспериментов будут использованы для расчёта двигателей и для расчёта нагревателей.

Эксперимент 1.

Для начала, определим мощность конфорки. Очень удобен тот факт измерений, что они ведутся сразу с потерями на нагревание окружающей среды именно на той сковороде, на которой и будут жариться блины, а значит выходная мощность, которая будет уходить на нагревание сковороды и её содержимого в обоих случаях будет идентична. Для расчётов используем формулу (1):

$$A = N \cdot T, \quad (1)$$

где N – мощность конфорки, T – время нагревания

Для нахождения количества работы, то есть выделенной энергии возьмем:

- Полностью чугунную сковородку массой $m_{\text{сковороды}} = 0,83 \text{ кг}$ комнатной температуры;
- 100 мл воды комнатной температуры.

Для расчёта количества теплоты, потраченной на нагревание сковороды и воды в ней до 100°C , мы используем формулу (2):

$$Q = C \cdot m \cdot (t_1 - t_2), \quad (2)$$

где Q – количество теплоты, Дж;

C – удельная теплоемкость, $\frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C}}$;

t_1 – начальная температура, $^{\circ}\text{C}$;

t_2 – конечная температура, $^{\circ}\text{C}$.

Сначала рассчитаем, сколько ушло на нагревание сковороды с комнатной температуры $t_{\text{комн}} = 25^{\circ}\text{C}$ до $t_{\text{кип}} = 100^{\circ}\text{C}$, по формуле (3):

$$Q_{\text{сковороды}} = C_{\text{сковороды}} \cdot m_{\text{сковороды}} \cdot (t_{13} - t_{23}) \quad (3)$$

Согласно [8], в контакт с пищей допускается, в основном, марка чугуна СЧ-10, его теплоемкость $C_{\text{сковороды}} = 540 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C}}$, подставим значения в формулу(3) и рассчитаем:

$$Q_{\text{сковороды}} = 540 \cdot 0,83 \cdot 75 = 33615 \text{ Дж}$$

Далее рассчитаем $Q_{\text{воды}}$ по формуле (4):

$$Q_{\text{воды}} = C_{\text{воды}} \cdot m_{\text{воды}} \cdot (t_{13} - t_{23}), \quad (4)$$

где $C_{\text{воды}}$ – теплоемкость воды, $\frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C}}$;

$m_{\text{воды}}$ – масса воды, кг.

Зная, что $C_{\text{воды}} = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C}}$, $m_{\text{воды}} = 0,1 \text{ кг}$, подставим значения в формулу (4):

$$Q_{\text{воды}} = 4200 \cdot 0,1 \cdot 75 = 31500 \text{ Дж}$$

Сложим массы и получим работу конфорки A :

$$A = Q_{\text{сковороды}} + Q_{\text{воды}} = 64715 \text{ Дж},$$

где A – работа, совершенная конфоркой, Дж.

Преобразуем формулу 1 к виду, получив формулу (5):

$$N_{\text{конф}} = \frac{A}{T_{\text{нагреваия}}} \quad (5)$$

И посчитаем, зная что на нагрев ушло $T_{\text{нагреваия}} = 78 \text{ с}$:

$$N_{\text{конф}} = \frac{65215}{78} = 836 \text{ Вт}$$

Теперь мы знаем мощность конфорки и можем рассчитывать поглощенное блином теплом за время приготовления.

Эксперимент 2.

Эксперимент проведен 8 раз для 8-ми разных блинов.

Ход эксперимента для каждого отдельного блина:

- Сковорода нагрета до $t_1 = 180^\circ\text{C}$;
- Заливаем тесто в стакан и измеряем объем теста,
- измеряем массу теста на весах;
- Заливаем тесто на сковороду;
- Засекаем секундомер и ждем, пока тесто дойдёт до готовности;
- Блин переворачивается и заново запускается секундомер;
- Блин готов, снимаем его с плиты и измеряем диаметр;
- Измеряем массу и объем остатков в стакане, корректируем данные.

Результаты эксперимента представлены в таблице 1

Таблица 1 – Результаты 2 эксперимента

Номер опыта	Диаметр блина $D_{\text{блина}},$ м	Масса теста $m_{\text{теста}},$ $10^{-3} \cdot$ кг	Объем блина $V_{\text{блина}},$ $10^{-6} \cdot$ м^3	Время приготовления на первой стороне $T_{\text{приг 1}},$ сек	Время приготовления на обратной стороне $T_{\text{приг 2}},$ сек	Масса блина $m_{\text{блина}},$ $10^{-3} \cdot$ кг
1	0,185	70	58	90	105	57
2	0,168	63	65	100	95	40
3	0,18	64	60	110	110	48
4	0,18	64	60	80	95	49
5	0,17	66	70	91	90	52
6	0,18	60	55	83	77	46

Продолжение таблицы 1 – Результаты 2 эксперимента

Номер опыта	Диаметр блина $D_{\text{блина}}, \text{м}$	Масса теста $m_{\text{теста}}, 10^{-3} \cdot \text{кг}$	Объем блина $V_{\text{блина}}, 10^{-6} \cdot \text{м}^3$	Время приготовления на первой стороне $T_{\text{приг1}}, \text{сек}$	Время приготовления на обратной стороне $T_{\text{приг2}}, \text{сек}$	Масса блина $m_{\text{блина}}, 10^{-3} \cdot \text{кг}$
7	0,17	55	46	81	90	41
8	0,175	59	53	100	97	45
Среднее значение	0,176	62,625	58,375	91,875	94,875	47,25

Эксперимент 3. Плотность теста.

Далее необходимо определить плотность теста, чтобы рассчитать массу листа теста, находящегося на конвейере – для этого воспользуемся общеизвестной формулой (6):

$$m = \rho \cdot V, \quad (6)$$

где ρ – плотность $\text{кг}/\text{м}^3$;

m – масса, кг ;

V – объем, м^3 .

Отсюда выведем формулу (7) для определения плотности:

$$\rho_{\text{теста}} = \frac{m_{\text{теста}}}{V_{\text{теста}}} \quad (7)$$

- Полученная масса теста до выпечки одной порции блина – $62,625 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$;
- Средний объем теста для порции – $58,375 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$.

$$\rho_{\text{теста}} = \frac{62,625 \cdot 10^{-3}}{58,375 \cdot 10^{-6}} = 1073 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Полученную плотность используем для расчётов далее.

Эксперимент 4. Определение массы воды, испаряющейся при приготовлении одной порции блина

Как известно, в тесте находятся не только яйца, мука, молоко и соль с сахаром, но и вода, которая так же испаряется при попадании на поверхность температурой свыше 100°C при атмосферном давлении. Так что следующим этапом найдем массу воды, которая испаряется за время приготовления блина.

Средний блин: $m_{\text{блина}} = 47,25 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$.

Найдём разницу в массе между тестом до приготовления и получившимся блином, воспользуемся формулой (8):

$$\Delta m_{\text{воды}} = m_{\text{теста}} - m_{\text{блина}} \quad (8)$$

Подставив все известные данные в формулу (8), получим:

$$\Delta m_{\text{воды}} = 62,625 \cdot 10^{-3} - 47,25 \cdot 10^{-3} = 15,375 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$$

Отсюда посчитаем процентное соотношения выпариваемой воды из блина во время приготовления по формуле (9):

$$\Delta_{\text{воды}} = \frac{\Delta m_{\text{воды}}}{m_{\text{теста}}} \quad (9)$$
$$\Delta_{\text{воды}} = \frac{15,375 \cdot 10^{-3}}{62,625 \cdot 10^{-3}} \cdot 100\% = 24,6\%$$

Эксперимент 5. Удельная теплоемкость теста.

Воспользуемся формулами (1) и (2), и преобразуем их в формулу (10) для определения теплоёмкости теста:

$$C_{\text{теста}} = \frac{N_{\text{конф}} \cdot (T_{\text{приг 1}} + T_{\text{приг 2}})}{m_{\text{теста}} \cdot (t_1 - t_2)} \quad (10)$$

Используя данные с первого и второго экспериментов найдём удельную теплоёмкость теста.

Сначала тесто нагрелось до температуры 100°C , далее из него испарилась вода, а потом тесто нагревалось до 180°C . За это время белок внутри теста денатуризуется.

Для того чтобы найти удельную теплоёмкость теста, воспользуемся формулами (1) и (2), а также формулой нахождения теплоты парообразования (11):

$$Q = L \cdot m, \quad (11)$$

где m – масса испаряемого вещества, кг;

L – Удельная теплота парообразования, кДж/кг.

Ещё одним процессом, на которую уходит тепло, выделяемое конфоркой – денатурация белка. Обращаясь к зарубежной литературе, где рассматривается производство выпечных изделий с высоким содержанием белка, узнаём, что, в среднем, на $m'_{\text{теста}} = 30$ г теста приходится $m'_{\text{белка}} = 3$ г белка. Далее обратимся к отечественному труду, где рассматривается необратимая тепловая денатурация белка. В данной статье указано, что на денатурацию 1 кг белка тратится порядка $\lambda = 14,8$ МДж энергии [9, 10, 11].

Отсюда выведем формулу (12) расчёта теплоты, расходуемой на денатурацию белка:

$$Q_4 = \lambda \cdot m_{\text{белка}} \quad (12)$$

Воспользуемся формулой (13) и рассчитаем массу белка:

$$m_{\text{белка}} = \frac{m_{\text{теста}}}{m'_{\text{теста}}} \cdot m'_{\text{белка}} \quad (13)$$

$$m_{\text{белка}} = \frac{62,625 \cdot 10^{-3}}{30 \cdot 10^{-3}} \cdot 3 \cdot 10^{-3} = 6,2625 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$$

Заодно рассчитаем процентное соотношение белка к общей массе теста по формуле (14):

$$\Delta_{\text{белка}} = \frac{m'_{\text{белка}}}{m'_{\text{теста}}} \quad (14)$$

$$\Delta_{\text{белка}} = \frac{3 \cdot 10^{-3}}{30 \cdot 10^{-3}} \cdot 100\% = 10\%$$

Преобразовав формулы (1), (2) и (6) получим систему (15):

$$\begin{cases} A_{\text{общ}} = N_{\text{конф}} \cdot (T_{\text{приг 1}} + T_{\text{приг 2}}) \\ Q_1 = C_{\text{теста}} \cdot m_{\text{теста}} \cdot (t_{\text{комн}} - t_{\text{кип}}) \\ Q_2 = L_{\text{воды}} \cdot m_{\text{воды}} \\ Q_3 = C_{\text{теста}} \cdot m_{\text{блина}} \cdot (t_{\text{приг}} - t_{\text{кип}}) \\ Q_4 = \lambda \cdot m_{\text{белка}} \end{cases} \quad (15)$$

где $A_{\text{общ}}$ – работа, совершенная конфоркой;

Q_1 – тепло, поглощенное тестом для нагревания до $t_{\text{кип}}$, Дж;

Q_2 – тепло, потраченное на испарение воды, Дж;

Q_3 – тепло, потраченное на нагревание теста до $t_{\text{приг}}$, Дж;

Q_4 – тепло, потраченное на денатурацию белка, Дж;

$L_{\text{воды}} = 2,26 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$ – удельная теплота парообразования воды.

Преобразуя систему (15), получим формулу (16):

$$C_{\text{теста}} = \frac{N_{\text{конф}} \cdot (T_{\text{приг 1}} + T_{\text{приг 2}}) - L_{\text{воды}} \cdot m_{\text{воды}} - \lambda \cdot m_{\text{белка}}}{m_{\text{теста}} \cdot (t_{\text{кип}} - t_{\text{комн}}) + m_{\text{блина}} \cdot (t_{\text{приг}} - t_{\text{кип}})} \quad (16)$$
$$C_{\text{теста}} = \frac{836 \cdot (91,875 + 94,875) - 2,26 \cdot 10^6 \cdot 15,375 \cdot 10^{-3} - 14,8 \cdot 10^6 \cdot 62,625 \cdot 10^{-3}}{62,625 \cdot 10^{-3} \cdot (100 - 25) + 47,25 \cdot 10^{-3} \cdot (180 - 100)}$$
$$C_{\text{теста}} = 3384 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

2.2 Разработка конвейера

Выбор конвейерной линии был не случаен. Рассматривалось несколько вариантов, но конвейер оказался наиболее удачен – он занимает меньше всего важного пространства, а также позволяет поместить конвейер в короб, дабы обеспечить защиту от внешней среды.

Установка состоит из каркаса: четырех угловых стоек и распорок между ними – на каркасе закреплены валы конвейера, на которые натянута тефлоновая лента, предназначенная специально для пищевой промышленности. Каждый конвейер движет двигатель постоянного тока. Не позволяет съезжать ленте специально разработанное под эту цель устройство натяжения ленты, которое будет рассмотрено далее. На каждом конвейере стоит по два таких устройства натяжения, между которыми находится дополнительный третий вал. Между двумя основными валами находится нагреватель, который был специально подобран по необходимым параметрам – о нагревателе будет подробно рассказано в следующем разделе. Нагреватель закрепляется на распорке. Вся конструкция является разборной, что упрощает транспортировку и улучшает ремонтпригодность. Все части можно заказать на производстве, под заказ только лента, двигатель и нагреватель. Для разработки применялась система трехмерного моделирования Autodesk Inventor. Разработанное решение указано на рисунке 6.

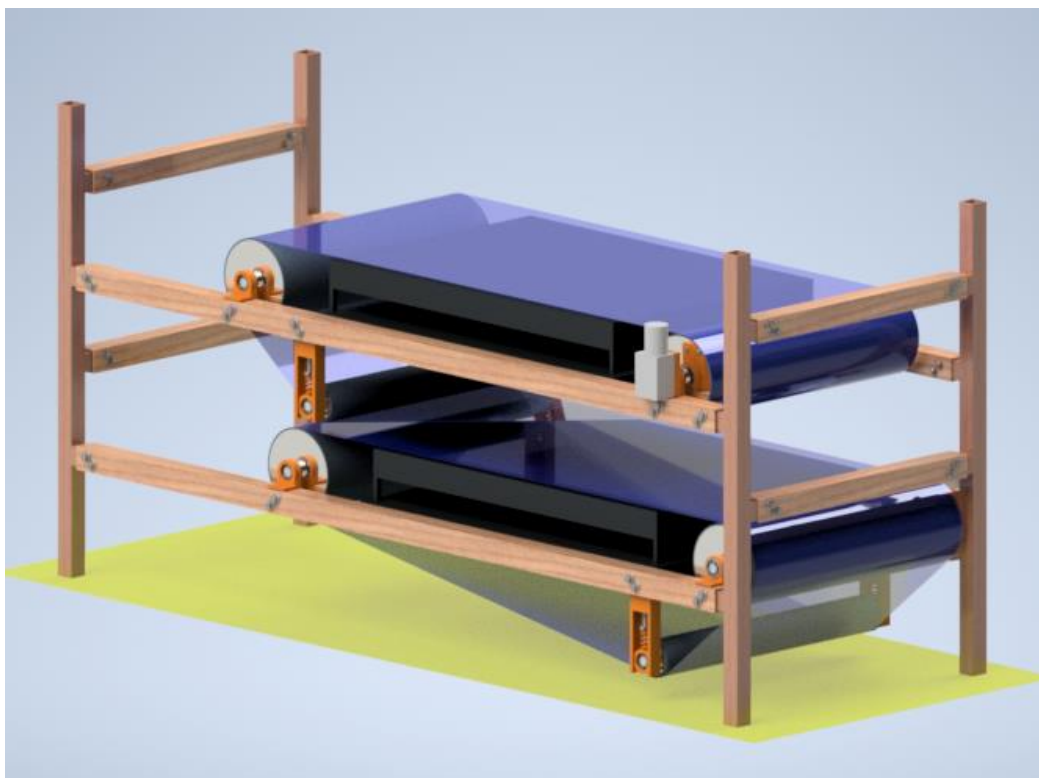


Рисунок 6 – Модель конвейерной части робота-блинпека

В «Перечне материалов, изделий и оборудования, допущенных для контакта с пищевыми продуктами» указано, что нержавеющая сталь марки 12Х17Г9Н4 подходит для использования в качестве конструкционного материала в аппаратуре предприятий пищевой и медицинской промышленности [8].

Угловые стойки и торцевые распорки сделаны из нержавеющей стали марки 12Х17Г9Н4. Используется труба квадратного сечения 30х30х4. Выбор трубы данного профиля был исходя не только из совместимости с разработкой, но и также потому что он доступна для покупки на территории РФ [12].

Выбранная конструкция проверялась на прочность, использовался при это «Анализ напряжений» в системе трехмерного моделирования Autodesk Inventor. На внутренние отверстия, куда крепится нагреватель, была приложена нагрузка, равная 500Н, чтобы проверить работоспособность выбранного решения. Результат «Анализа напряжений» приведен на рисунке 7.

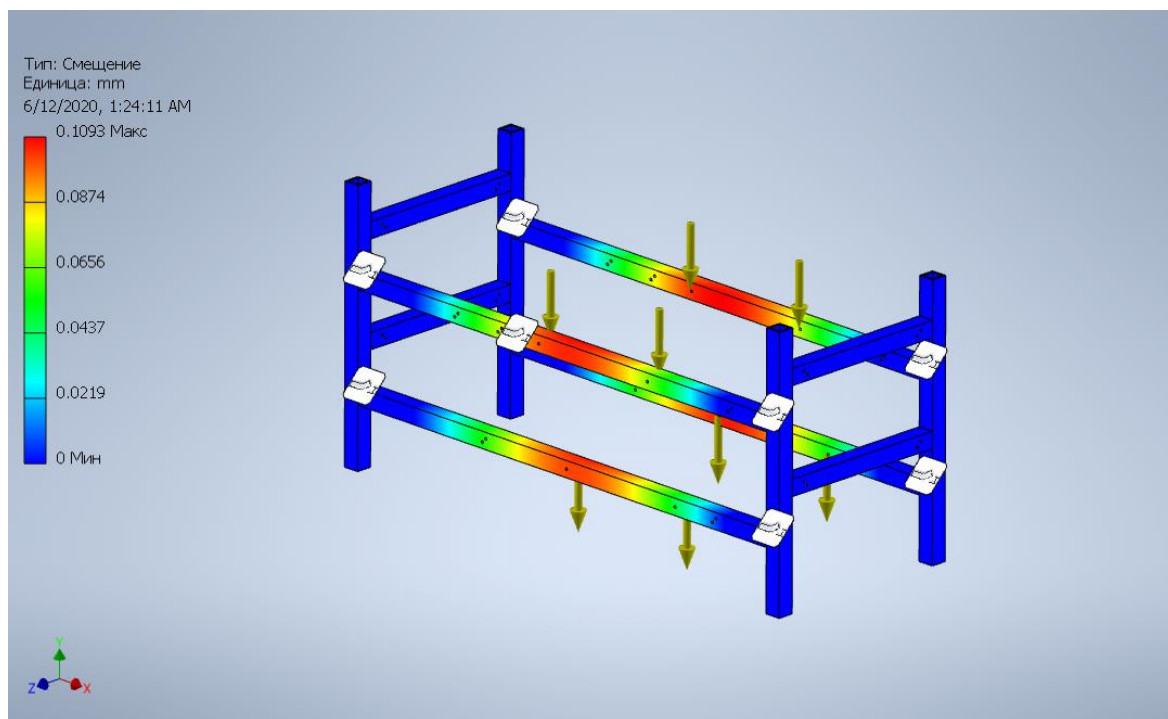


Рисунок 7 – Результат «Анализа напряжений» на смещение в среде Autodesk Inventor

2.3 Выбор конвейерной ленты

В качестве рабочего полотна используется Бесклеевая тефлоновая лента (PTFE) «FORFLON®» производства Компании ООО ПК «Форвард-Комплект» толщиной 80 мкм и шириной 300 мм. Подходит она нам тем, что используется в пищевой промышленности и выдерживает температуру до 300°C [13].

2.4 Расчёт конвейера и двигателя

Двигать тесто по конвейерной ленте должен двигатель. Двигатель необходимо подобрать с учётом исходных параметров.

Исходные параметры:

- Внешний диаметр вала конвейера $D_{\text{конв}} = 89$ мм;
- внутренний диаметр вала конвейера $d_{\text{конв}} = 89$ мм;
- внешний диаметра вала устройства натяжения $D_{\text{нат}} = 40$ мм
- внутренний диаметр вала устройства натяжения $d_{\text{нат}} = 33$ мм
- плотность материала валов (алюминий) $\rho_{\text{алюминия}} = 7900$ кг/м³;

- длина фланцев $l' = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}$;
- длина валов $l_{\text{вала}} = 300 \text{ мм}$.

Искомый двигатель должен обеспечивать $v=5,5 \text{ мм/сек}$ – необходимая скорость движения конвейера для равномерной прожарки блина. Для поиска частоты оборотов двигателя используем формулу (17):

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot \frac{v}{R}, \quad (17)$$

где v – скорость движения конвейера;

R – радиус вала конвейера.

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot \frac{5,5 \cdot 10^{-3}}{44,5 \cdot 10^{-3}} = 0,776 \frac{\text{рад}}{\text{сек}}$$

Или:

$$\omega = \frac{v}{R} = \frac{5,5 \cdot 10^{-3}}{44,5 \cdot 10^{-3}} = 0,124 \frac{\text{об}}{\text{сек}} = 7,5 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Конструкция состоит из:

- 4 вала конвейера;
- 2 вала устройства натяжения;
- 8 фланца на валах конвейера;
- 4 фланца на валах устройства натяжения;
- 2 листа теста на верхнем и нижнем конвейерах;
- листа теста между конвейерами.

Для каждого и приведенных выше компонентов рассчитаем Момент силы через момент инерции, а для листов теста – по формуле, связывающей момента силы и плечо силы, так как в случае с листом теста на ленте на него будет действовать сила тяжести, а двигателя, вращая вал, натягивает ленту и оказывает противодействие силе тяжести. Также часть теста будет свисать с одного конвейера на другой, что является движением по направлению вращения двигателя.

Общий момент является суммой всех моментов системы, что и указано в формуле (18):

$$M = \frac{4 \cdot M_1 + 2 \cdot M_2 + 8 \cdot M_3 + 4 \cdot M_4 + 2 \cdot M_5 - M_6}{k}, \quad (18)$$

где M_1 – момент вала конвейера, Н · м;

M_2 – момент вала устройства натяжения, Н · м;

M_3 – момент фланца вала конвейера, Н · м;

M_4 – момент фланда вала устройства натяжения, Н · м;

M_5 – момент листа теста на конвейере, Н · м;

M_6 – момент листа теста между конвейерами, Н · м;

k – коэффициент потерь на натяжение устройством.

В коэффициенте $k=0,8$ учтены потери, в том числе потери на натяжение ленты пружиной.

Найдём момент силы для валов по формуле (19):

$$M = \varepsilon \cdot J, \quad (19)$$

где ε – угловое ускорение двигателя, рад/с²;

J – момент инерции, кг·м².

Угловое ускорение найдём по формуле (20):

$$\varepsilon = \frac{\omega}{t} \quad (20)$$

где ω – угловая скорость искомого двигателя, рад/с;

t – желаемое время раскрутки двигателя до нужных оборотов, с.

В нашем случае удовлетворимое время раскрутки двигателя $t = 1$ с.

Момент инерции для вала находится по формуле (21):

$$J_{\text{вала}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \left(\left(\frac{D}{2} \right)^2 + \left(\frac{d}{2} \right)^2 \right), \quad (21)$$

где m – масса вала, кг;

D – внешний диаметр вала, м;

d – внутренний диаметр вала, м.

Момент инерции для фланца находится по формуле (22):

$$J_{\text{ф}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \left(\frac{d}{2} \right)^2, \quad (22)$$

где m – масса фланца, кг;

d – внутренний диаметр вала, м.

Масса находится по формуле 23:

$$m = \rho \cdot V, \quad (23)$$

где V – объем, м^3 ;

ρ – плотность, кг/м^3 .

Объем вала находится по формуле 24:

$$V = \pi \cdot \left(\left(\frac{D}{2} \right)^2 - \left(\frac{d}{2} \right)^2 \right) \cdot l, \quad (24)$$

где D – внешний диаметр вала, м ;

d – внутренний диаметр вала, м .

Сформируем на основе формул (19) – (21) и (23) – (24) систему уравнений (25), по которой будет производиться расчёт:

$$\begin{cases} M_1 = \varepsilon_{\text{двиг}} \cdot J_1 \\ J_1 = \frac{1}{2} \cdot m_{\text{вала}} \cdot \left(\left(\frac{D_{\text{конв}}}{2} \right)^2 + \left(\frac{d_{\text{конв}}}{2} \right)^2 \right) \\ m_{\text{вала}} = \rho_{\text{алюминия}} \cdot V_{\text{вала}} \\ V_{\text{вала}} = \pi \cdot \left(\left(\frac{D_{\text{конв}}}{2} \right)^2 - \left(\frac{d_{\text{конв}}}{2} \right)^2 \right) \cdot l_{\text{вала}} \\ \varepsilon_{\text{двиг}} = \frac{\omega_{\text{двиг}}}{t_{\text{разг}}} \end{cases} \quad (25)$$

Далее рассчитаем момент инерции для вала конвейера, преобразовав систему уравнений (25) в конечную формулу (26) для вала конвейера:

$$M_1 = \frac{\omega}{t} \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho_{\text{алюминия}} \cdot \pi \cdot \left(\left(\frac{D_{\text{конв}}}{2} \right)^4 - \left(\frac{d_{\text{конв}}}{2} \right)^4 \right) \cdot l_{\text{вала}} \quad (26)$$

Затем рассчитаем вал устройства натяжения, подставив в формулы (19) – (21) и (23) – (24) наши данные, получив систему (27):

$$\begin{cases} M_2 = \varepsilon_{\text{двиг}} \cdot J_2 \\ J_2 = \frac{1}{2} \cdot m_{\text{вала н}} \cdot \left(\left(\frac{D_{\text{нат}}}{2} \right)^2 + \left(\frac{d_{\text{нат}}}{2} \right)^2 \right) \\ m_{\text{вала н}} = \rho_{\text{алюминия}} \cdot V_{\text{вала н}} \\ V_{\text{вала н}} = \pi \cdot \left(\left(\frac{D_{\text{нат}}}{2} \right)^2 - \left(\frac{d_{\text{нат}}}{2} \right)^2 \right) \cdot l \\ \varepsilon_{\text{двиг}} = \frac{\omega_{\text{двиг}}}{t_{\text{разг}}} \end{cases} \quad (27)$$

Преобразуем систему (27) в формулу (28) – момент для вала устройства натяжения:

$$M_2 = \frac{\omega}{t} \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho_{\text{алюминия}} \cdot \pi \cdot \left(\left(\frac{D_{\text{нат}}}{2} \right)^4 - \left(\frac{d_{\text{нат}}}{2} \right)^4 \right) \cdot l_{\text{вала}} \quad (28)$$

Также необходимо рассчитать момент фланцев на валах конвейера, используя формулы (19), (20), (22), (23) и преобразуем их в систему (29):

$$\begin{cases} M_3 = \varepsilon \cdot J_{\phi} \\ J_{\phi} = \frac{1}{2} \cdot m_2 \cdot \left(\frac{d}{2} \right)^2 \\ m_{\phi} = \pi \cdot l' \cdot \left(\frac{d}{2} \right)^2 \cdot \rho_{\text{алюминия}} \\ \varepsilon_{\text{двиг}} = \frac{\omega_{\text{двиг}}}{t_{\text{разг}}} \end{cases} \quad (29)$$

Подобно предыдущим расчётам, сводим систему (29) к формуле (30):

$$M_3 = \frac{\omega}{t} \cdot \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot l' \cdot \left(\frac{d}{2} \right)^4 \cdot \rho_{\text{алюминия}} \quad (30)$$

Посчитаем момент фланцев на валах устройства натяжения, используя формулы (19), (20), (22), (23) и преобразуем их в систему (31):

$$\begin{cases} M_4 = \varepsilon \cdot J'_{\phi} \\ J'_{\phi} = \frac{1}{2} \cdot m'_{\phi} \cdot \left(\frac{d}{2} \right)^2 \\ m'_{\phi} = \pi \cdot l' \cdot \left(\frac{d}{2} \right)^2 \cdot \rho_{\text{алюминия}} \\ \varepsilon_{\text{двиг}} = \frac{\omega_{\text{двиг}}}{t_{\text{разг}}} \end{cases} \quad (31)$$

Подобно предыдущим расчётам, сводим систему (31) к формуле (32):

$$M_4 = \frac{\omega}{t} \cdot \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot l' \cdot \left(\frac{d}{2} \right)^4 \cdot \rho_{\text{алюминия}} \quad (32)$$

Далее момент рассчитаем для листов теста на ленте конвейера.

Исходные данные для расчета момента сил для листа теста:

- Ширина листа теста $w_{\text{листа}} = 250$ мм;
- толщина листа теста $h_{\text{листа}} = 2$ мм;
- длина листа теста $l_{\text{листа}} = 629$ мм.

Воспользуемся формулой (33) поиска момента силы через плечо силы:

$$M = F \cdot l, \quad (33)$$

где F – сила, Н;

l – плечо силы, м.

Преобразуем формулу (33) в (34), подставив необходимые величины:

$$M = F_{\text{тяж1}} \cdot l_{\text{листа}}, \quad (34)$$

где $F_{\text{тяж1}}$ – сила тяжести, с которой лист теста давит на ленту, Н

Распишем силу тяжести по формуле (35):

$$F_{\text{тяж1}} = m_{\text{листа}} \cdot g, \quad (35)$$

где $g=9,8 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения

$$m_{\text{листа}} = V_{\text{листа}} \cdot \rho_{\text{теста}}, \quad (36)$$

где $V_{\text{листа}}$ – объем листа теста;

$$V_{\text{листа}} = w_{\text{листа}} \cdot h_{\text{листа}} \cdot l_{\text{листа}} \quad (37)$$

Преобразуем формулы (33) – (37) в формулу (38):

$$M_5 = w_{\text{листа}} \cdot h_{\text{листа}} \cdot \rho_{\text{теста}} \cdot g \cdot \frac{l_{\text{листа}}^2}{2} \quad (38)$$

Затем рассчитаем момент листа теста, находящийся между двумя конвейерами. Его ширина и толщина идентичны листам на конвейере, однако его длина $l_{\text{листа 2}}=190 \text{ мм}$ – именно такое расстояние между конвейерами.

Соберем формулы (35) – (38) в систему (39):

$$\begin{cases} M_6 = F_{\text{тяж 2}} \cdot \frac{D}{2} \\ F_{\text{тяж 2}} = m_{\text{листа 2}} \cdot g \\ m_{\text{листа 2}} = V_{\text{листа 2}} \cdot \rho_{\text{теста}} \\ V_{\text{листа 2}} = w_{\text{листа}} \cdot h_{\text{листа}} \cdot l_{\text{листа 2}} \end{cases} \quad (39)$$

Преобразуем систему (39) в формулу момента силы для листа теста, находящегося между конвейерами (40):

$$M_6 = w_{\text{листа}} \cdot h_{\text{листа}} \cdot l_{\text{листа 2}} \cdot \rho_{\text{теста}} \cdot g \cdot \frac{D}{2} \quad (40)$$

Наконец, посчитаем суммарный моменты, используя формулу (41):

$$\begin{aligned} M = & \frac{4 \cdot \frac{\omega}{t} \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho_{\text{алюминия}} \cdot \pi \cdot \left(\left(\frac{D}{2} \right)^4 - \left(\frac{d}{2} \right)^4 \right) \cdot l_{\text{вала}} + 2 \cdot \frac{\omega}{t} \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho_{\text{алюминия}} \cdot \pi \cdot \left(\left(\frac{D_2}{2} \right)^4 - \left(\frac{d_2}{2} \right)^4 \right) \cdot l_{\text{вала}}}{k} \\ & + \frac{8 \cdot \frac{\omega}{t} \cdot \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot l' \cdot \left(\frac{d}{2} \right)^4 \cdot \rho_{\text{алюминия}} + 4 \cdot \frac{\omega}{t} \cdot \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot l' \cdot \left(\frac{d}{2} \right)^4 \cdot \rho_{\text{алюминия}}}{k} + \\ & + \frac{w_{\text{листа}} \cdot h_{\text{листа}} \cdot \rho_{\text{теста}} \cdot g \cdot l_{\text{листа}}^2 - w_{\text{листа}} \cdot h_{\text{листа}} \cdot l_{\text{листа 2}} \cdot \rho_{\text{теста}} \cdot g \cdot \frac{D}{2}}{k} \end{aligned} \quad (41)$$

Подставим значения в формулу (41):

$$\begin{aligned}
M = & \frac{4 \cdot \frac{0,706}{1} \cdot \frac{1}{2} \cdot 7900 \cdot \pi \cdot \left(\left(\frac{0,089}{2} \right)^4 - \left(\frac{0,087}{2} \right)^4 \right) \cdot 0,3}{0,8} + \\
& + \frac{\frac{0,706}{1} \cdot \frac{1}{2} \cdot 7900 \cdot \pi \cdot \left(\left(\frac{0,04}{2} \right)^4 - \left(\frac{0,033}{2} \right)^4 \right) \cdot 0,3}{0,8} + \\
& + \frac{8 \cdot \frac{0,776}{1} \cdot \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot \left(\frac{0,087}{2} \right)^4}{0,8} + \\
& + \frac{4 \cdot \frac{0,776}{1} \cdot \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot \left(\frac{0,033}{2} \right)^4}{0,8} + \\
& + \frac{0,25 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot 1073 \cdot 9,8 \cdot 0,69^2 - 0,25 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot 0,19 \cdot 1073 \cdot 9,8 \cdot \frac{0,089}{2}}{0,8} + \\
& = 2.607 \text{ Н} \cdot \text{м}
\end{aligned}$$

Последним делом мы считаем мощность двигателя через момент и угловую скорость, воспользовавшись формулой (42):

$$P = M \cdot \omega \quad (42)$$

$$P = 2.607 \cdot 0,776 = 2.025 \text{ Вт}$$

Исходя из расчётов, приведенных выше, делаем вывод, какими характеристиками должен обладать необходимый нам двигатель, характеристики искомого двигателя приведены в таблице 2:

Таблица 2 – Необходимые характеристики искомого двигателя

Наименование	Частота вращения, об/мин	Крутящий момент, Н·м	Мощность, Вт
Величина	7,5	2.607	2.025

Поиск осуществлялся на веб-сайте «<https://aliexpress.ru/>», исходя из этих данных был подобран мотор-редуктор JGY 370, его характеристики представлены в таблице 2. Так как двигатели с такими низкими оборотами достаточно сложно найти, удобней всего было взять двигатель в комплекте с редуктором, где последний обеспечивает необходимый коэффициент

уменьшения. Однако из-за потерь в редукторе и несмотря на мощность сверх необходимой, данный двигатель не развивает необходимый крутящий момент, поэтому лучшим решением будет использовать два таких двигателя – по одному на каждый конвейер. Этим решением избавляемся от необходимости использовать цепную передачу между двумя конвейерами. Технические характеристики приведены в таблице 3 [14].

Таблица 3 – Технические характеристики мотор-редуктора JGY 370

Наименование	Коэффициент уменьшения	Частота вращения (под нагрузкой), об/мин	Крутящий момент, Н·м	Мощность, Вт
Величина	1:600	7,5	1,6	20

На рисунке 8 приведен чертеж выбранного мотор-редуктора.

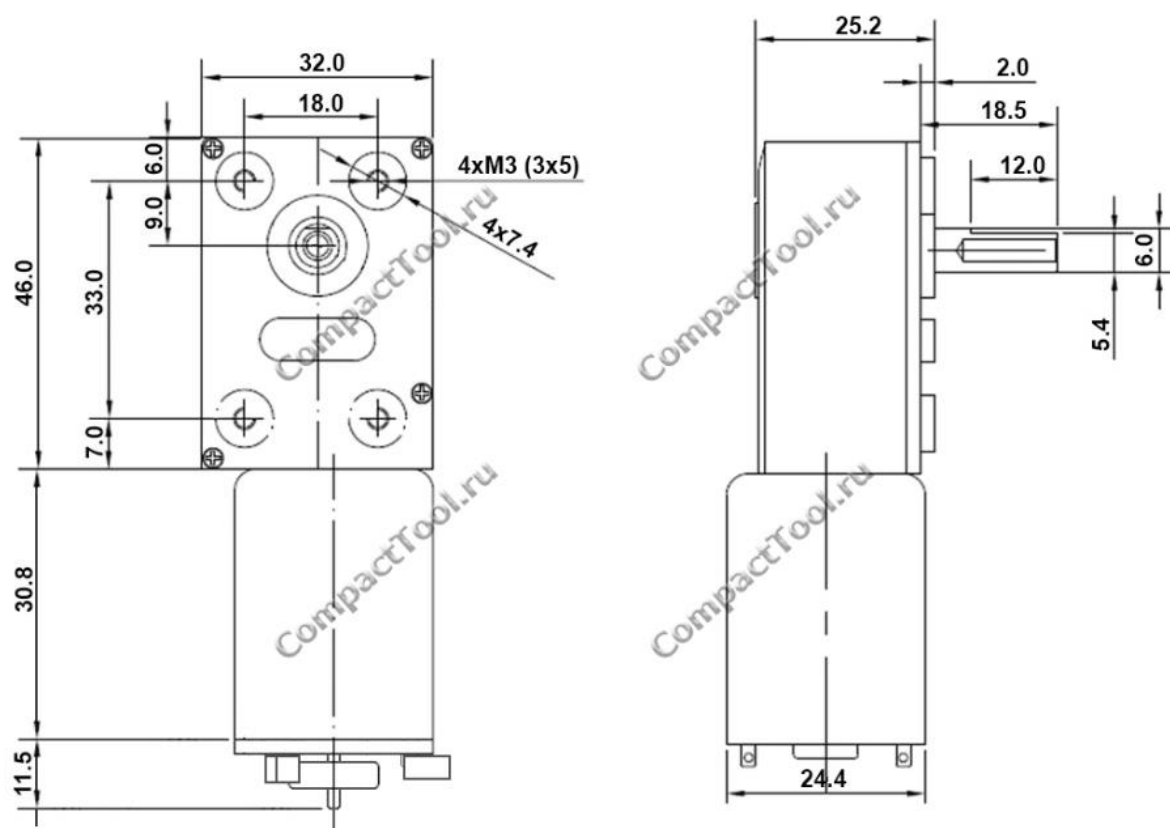


Рисунок 8– чертёж мотор-редуктора JGY 370

2.5 Выбор нагревательного элемента

2.5.1 Подбор нагревателя

Используя полученные данные подберем нагреватель. Чтобы это сделать, нужно рассчитать его мощность, а также соблюсти необходимые габариты.

Отталкиваясь от характеристик теста, которое греет нагреватель:

- Удельная теплоемкость теста $C_{\text{теста}} = 3384 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{К}}$;
- ширина листа теста $w_{\text{теста}} = 0,25 \text{ м}$;
- высота листа теста $h_{\text{теста}} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}$;
- длина листа теста $l_{\text{теста}} = 0,4 \text{ м}$;
- плотность теста $\rho_{\text{теста}} = 1073 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$;
- отношение массы воды в тесте к массе теста – $\Delta_{\text{воды}} = 24,6\%$;
- отношение массы белка в тесте к массе теста – $\Delta_{\text{белка}} = 10\%$.

Также в нашем случае тесто движется со скоростью $v = 5,5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{м}}{\text{сек}}$, тогда используем формулу (43):

$$T = \frac{l}{v}, \quad (43)$$

,где l – длина листа теста, м;

v – скорость движения теста, м/сек.

Опираясь на все приведенные выше характеристики рассчитаем количество энергии, расходуемое на весь процесс приготовления блинов.

Распишем траты энергии в несколько этапов:

- начальная температура теста $t_{\text{комн}} = 25^\circ\text{C}$;
- тесто нагревается до температуры $t_{\text{кип}} = 100^\circ\text{C}$;
- происходит испарение воды из теста;
- тесто нагревается до $t_{\text{приг}} = 180^\circ\text{C}$, потеряв воду;
- белок внутри теста денатуризуется.

Преобразовав формулы (2) и (3), а также используя формулу (8), получим систему уравнений (44):

$$\left\{ \begin{array}{l} A_{\text{общ}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 \\ N_{\text{нагревателей}} = \frac{A_{\text{общ}}}{T_{\text{приготовления}}} \\ T_{\text{приготовления}} = \frac{2 \cdot l_{\text{теста}}}{v} \\ Q_1 = C_{\text{теста}} \cdot m_{\text{теста}} \cdot (t_{\text{кип}} - t_{\text{комн}}) \\ m_{\text{теста}} = V_{\text{теста}} \cdot \rho_{\text{теста}} \\ V_{\text{теста}} = w_{\text{теста}} \cdot h_{\text{теста}} \cdot l_{\text{теста}} \\ Q_2 = L_{\text{воды}} \cdot m_{\text{воды}} \\ m_{\text{воды}} = \Delta_{\text{воды}} \cdot m_{\text{теста}} \\ Q_3 = C_{\text{теста}} \cdot m_{\text{блина}} \cdot (t_{\text{приг}} - t_{\text{кип}}) \\ m_{\text{блина}} = m_{\text{теста}} - m_{\text{воды}} \\ Q_4 = \lambda \cdot m_{\text{белка}} \\ m_{\text{белка}} = \Delta_{\text{белка}} \cdot m_{\text{теста}} \end{array} \right. \quad (44)$$

где $A_{\text{общ}}$ – работа, совершенная нагревателем, Дж;

Q_1 – тепло, поглощенное тестом для нагревания до 100°C, Дж;

Q_2 – тепло, потраченное на испарение воды из теста, Дж;

Q_3 – тепло, потраченное на нагревание теста до 180°C, Дж;

Q_4 – тепло, потраченное на денатурацию белка, Дж.

$T_{\text{приготовления}}$ – время, за которое должен приготовиться блин, с.

Преобразовав все представленные выше формулы в одну получим формулу (45):

$$\begin{aligned} N_{\text{нагревателей}} &= \frac{C_{\text{теста}} \cdot w_{\text{теста}} \cdot h_{\text{теста}} \cdot l_{\text{теста}} \cdot \rho_{\text{теста}} \cdot (t_{\text{кип}} - t_{\text{комн}})}{2 \cdot l_{\text{теста}} / v} + \\ &\quad + \frac{L_{\text{воды}} \cdot \Delta_{\text{воды}} \cdot w \cdot h \cdot l \cdot \rho_{\text{теста}}}{2 \cdot l_{\text{теста}} / v} + \\ &\quad + \frac{C_{\text{теста}} \cdot (w_{\text{теста}} \cdot h_{\text{теста}} \cdot l_{\text{теста}} \cdot \rho_{\text{теста}}) \cdot (1 - \Delta_{\text{воды}}) \cdot (t_{\text{приг}} - t_{\text{кип}})}{2 \cdot l_{\text{теста}} / v} + \\ &\quad + \frac{\lambda \cdot \Delta_{\text{белка}} \cdot w_{\text{теста}} \cdot h_{\text{теста}} \cdot l_{\text{теста}} \cdot \rho_{\text{теста}}}{2 \cdot l_{\text{теста}} / v} \end{aligned} \quad (45)$$

$$\begin{aligned} N_{\text{нагревателей}} &= \frac{3384 \cdot 0,25 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot 0,4 \cdot 1073 \cdot (100 - 25)}{0,8 / 5,5 \cdot 10^{-3}} + \\ &\quad + \frac{2,26 \cdot 10^6 \cdot 0,10 \cdot 0,25 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot 0,4 \cdot 1073}{0,8 / 5,5 \cdot 10^{-3}} + \end{aligned}$$

$$+ \frac{3384 \cdot 0,754 \cdot (0,25 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot 0,4 \cdot 1073) \cdot (180 - 100)}{0,8 / 5,5 \cdot 10^{-3}} +$$

$$+ \frac{14,8 \cdot 10^6 \cdot 0,1 \cdot 0,25 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot 0,4 \cdot 1073}{0,8 / 5,5 \cdot 10^{-3}} = 3691 \text{ Вт}$$

$$N_{\text{нагревателей}} = 3691 \text{ Вт}$$

Посчитав всю необходимую энергию, теперь надо разделить её между двумя нагревателями, которые находятся на каждой из двух частей конвейера – для одной и обратной сторон блина. Казалось бы, для второй стороны требуется меньше времени приготовления, но это не так. Опираясь на эксперимент номер 2, можно смело заявить, что обе стороны требует одинакового времени прогрева, а значит можно поделить необходимую мощность между двумя нагревателями поровну:

$$N_{\text{нагревателя}} = \frac{3345}{2} = 1673 \text{ Вт}$$

Исходя из этих данных, выполним поиск необходимой плиты. Наиболее подходящей является конфорка КЭС-0,12/2,5 [15]. Найденное решение имеет параметры наиболее подходящие для поставленной задачи по нескольким причинам:

- Её размер отлично подходит для установки в работа – используется 417 мм из 500 мм свободных между двумя валиками, что позволит установить термозащиту, если в ходе испытаний нагреватель будет сильно поднимать температуру других частей разрабки;
- Благодаря наличию двух нагревательных спиралей вместе с конфоркой используется 4-позиционный переключатель мощности «ППКП-25 А (ТПКП-25А)», что позволяет регулировать выходную мощность. Гибкость в выборе выходной мощности позволяет изменить среднюю температуру поверхности. Плита разогревается не выше 400°C, нам же нужна температура 180°C, а значит будет выбираться не максимальный режим для приготовления блина [16].

Упомянутый выше переключатель «ППКП-25 А (ТПКП-25А)» имеет четыре фиксированных положения, которые обеспечивают следующие варианты подключения нагрузки:

- нулевое – нагрузка отключена;
- первое – последовательно включены две электрические цепи нагрузки;
- второе – включена одна электрическая цепь нагрузки;
- третье – параллельно включены две электрические цепи нагрузки.

Технические характеристики выбранного решения представлены в таблице 4.

Таблица 4. Технические характеристики конфорки КЭС-0,12/2,5

Габаритные размеры плиты, мм	417x290x30
Количество ТЭНов, шт.	2
Температура макс., °С	400
Номинальное напряжение, В	230
Номинальная мощность, кВт	2,5
Масса, кг	15

2.6 Устройство натяжения ленты

Одна из важных проблем, с которой пришлось столкнуться – это способ натяжения конвейерной ленты. Лента может съезжать с валиков или растягиваться, что не идёт в пользу долговечности работа. Было продумано множество решений, однако самым удачным оказался механизм натяжения, представленный на рис. 8. По два указанных механизма находятся на каждой стороне дополнительного вала под конвейерами. Вал находится в подшипнике, а подшипник помещен в стакан; к стакану приварена втулка, на которую надета пружина, к болту приварена такая же втулка и на неё надета с другой стороны пружина. Болтом закручен в гайку; гайка приварена к корпусу.

Подшипник позволяет валу вращаться. Пружина обеспечивает необходимое натяжение, а болт в гайке позволяет варьировать силу натяжения – это необходимо для установки и наладки механизма натяжения.

Указанный механизм так же устанавливается на распорке и является разборным.

Механизм указан на рисунке 9.

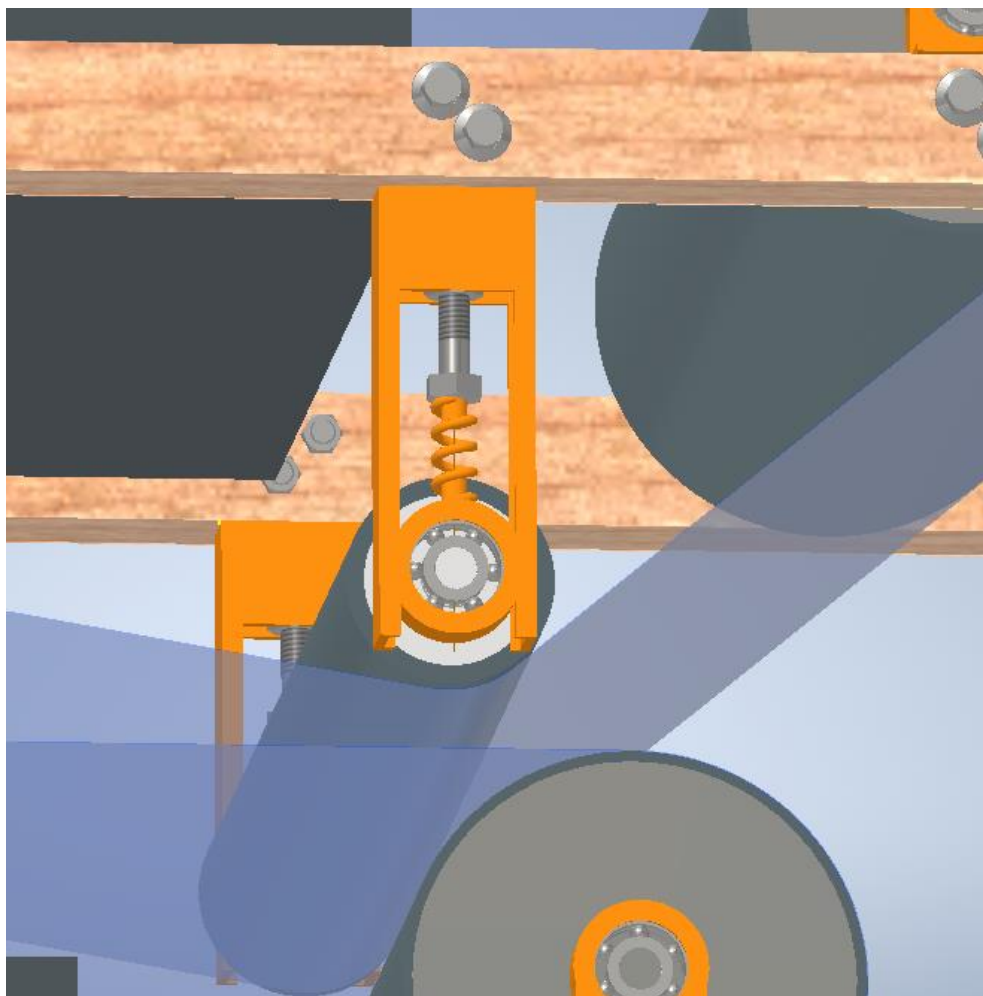


Рисунок 9 – Устройство натяжения конвейерной ленты

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.

3.1 Цели и задачи разработки

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является проектирование и создание конкурентоспособных разработок и технологий, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Достижение цели обеспечивается рядом некоторых задач:

- оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований;
- определение возможных альтернатив проведения научных исследований, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- планирование научно-исследовательских работ;
- определение ресурсной (ресурсосберегательной), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

Необходимо оценить потенциал и перспективность данной разработки, рассчитать затраты при воплощении дизайн проекта. Целью является определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности данной работы.

3.2 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности.

3.2.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Целевой рынок – это сегмент рынка, на котором в будущем возможна

продажа данной разработки.

Сегментированием принято называть, разделение покупателей на однородные группы, для которых требуется определенный товар (услуга). При таком разделении, можно применять географический, демографический, поведенческий и иные сегментации рынка потенциальных потребителей.

Потенциальной целевой аудиторией разрабатываемого объекта могут являться следующие группы:

- государственные образовательные учреждения (школы, университеты);
- заведения общественного питания (столовые, кафе, рестораны).

Из вышеизложенной целевой аудитории была произведена сегментация рынка.

Сегментация по группам потребителей:

- работники и ученики образовательных учреждений;
- случайные прохожие;
- работники близлежащих к кафе учреждений;

В результате проведенного анализа становится понятно, что основными потребителями будут люди, которым нужно поесть, теряя минимум времени.

3.3 SWOT – анализ

Правильным инструментом стратегического планирования является SWOT – анализ, который помогает выявлять сильные и слабые стороны объекта анализа, предполагаемых возможностей и угроз его развития, с целью выбора правильных стратегий для дальнейшего развития.

Ниже представлена таблица с результатами первого этапа SWOT – анализа для разрабатываемого оборудования (Таблица 6).

Таблица 6 – Таблица первого SWOT – анализа

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Удобство в эксплуатации С2. Компактность С3. Привлекательность (Внешний вид повысит привлекательность для потребителя). С4. Скорость изготовления	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Отсутствие прототипа проектируемого устройства.
Возможности: В1. Востребованное на рынке оборудование. В2. Улучшение рабочего процесса у специалистов. В3. Увеличение доступности товара. В4. Повышение стоимости конкурентных разработок.		
Угрозы: У1. Развитая конкуренция технологий производства.		

На следующем этапе проведения SWOT – анализа проводится компоновка интерактивных матриц проекта, в которых осуществляется анализ соответствия параметров SWOT каждого анализа с каждым. Соотношение данных параметров представлены в таблицах 7-10.

Таблица 7 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и сильные стороны»

		C1	C2	C3	C4
Возможности проекта	B1	+	+	-	+
	B2	+	+	0	-
	B3	0	+	+	-
	B4	+	0	-	+

Таблица 8– Интерактивная матрица «Угрозы проекта и слабые стороны»

Возможности проекта		Сл1
	B1	+
	B2	-
	B3	-
	B4	-

Таблица 9 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и сильные стороны»

Сильные стороны							
		C1	C1	C2	C3	C4	C5
	Y1	+	-	+	+	-	+

Таблица 10 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и слабые стороны»

Слабые стороны		
		Сл1
	Y1	+

На третьем этапе, была составлена итоговая матрица SWOT – анализа.

Результаты работы представлены в таблице 11.

Таблица 11 – результаты итогового SWOT – анализа

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Удобство в эксплуатации С2. Компактность С3. Привлекательность (Внешний вид повысит привлекательность для потребителя). С4. Скорость изготовления	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Отсутствие прототипа проектируемого устройства.
--	--	--

Продолжение таблицы 11 – результаты итогового SWOT – анализа

Возможности:	Направления развития:	Сдерживающие факторы:
<p>V1. Востребованное на рынке оборудование.</p> <p>V2. Улучшение рабочего процесса</p> <p>V3. Увеличение доступности товара.</p> <p>V4. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p>	<p>V1C2C1C4C3 Компактное и удобное в эксплуатации оборудование позволит сделать его востребованным на рынке.</p> <p>V2C1C2C4 Улучшение эргономических характеристик, а также рациональное использование пространства помогут расширить сферу внедрения продукта.</p>	<p>V1Cл1 Сложность в оценке предлагаемого решения.</p>
Угрозы:	Угрозы развития:	Уязвимости:
<p>У1. Развита конкуренция технологий производства</p>	<p>У1C2C3 Возможность потери актуальности проектируемого оборудования при условии появления более совершенствующих технологий конкурента</p>	

3.4 Организация и планирование работ

При организации процесса реализации конкретного проекта необходимо рационально планировать занятость каждого из его участников и сроки проведения отдельных работ.

В данном пункте составляется полный перечень проводимых работ, определяются их исполнители и рациональная продолжительность. Наглядным результатом планирования работ является сетевой, либо линейный график реализации проекта. Так как число исполнителей редко превышает двух (степень распараллеливания всего комплекса работ незначительна) в большинстве случаев предпочтительным является линейный график. Для его построения хронологически упорядоченные вышеуказанные данные должны быть сведены в таблицу 12.

Таблица 12 – Перечень работ и продолжительность их выполнения

Этапы работ	Исполнители	Загрузка исполнителей
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	НР – 100%
Составление и утверждение плана работ	НР, И	НР – 100% И – 5%
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	НР – 40% И – 100%
Оформление графического материала	И	И – 100%
Расчет технической части	И	И – 100%
Расчет социальной ответственности	И	И – 100%
Расчет финансового менеджмента	И	И – 100%
Подведение итогов	НР, И	НР – 60% И – 100%

3.5 Продолжительность этапов работ

Расчет продолжительности этапов работ может осуществляться двумя методами:

- технико-экономическим;
- опытно-статистическим

Первый применяется в случаях наличия достаточно развитой нормативной базы трудоемкости планируемых процессов, что в свою очередь обусловлено их высокой повторяемостью в устойчивой обстановке. Так как исполнитель работы зачастую не располагает соответствующими нормативами, то используется опытно-статистический метод, который реализуется двумя способами:

- аналоговый;
- экспертный.

Аналоговый способ привлекает внешней простотой и около нулевыми затратами, но возможен только при наличии в поле зрения исполнителя НИР не

устаревшего аналога, т.е. проекта в целом или хотя бы его фрагмента, который по всем значимым параметрам идентичен выполняемой НИР. В большинстве случаев он может применяться только локально – для отдельных элементов (этапов работы).

Экспертный способ используется при отсутствии вышеуказанных информационных ресурсов и предполагает генерацию необходимых количественных оценок специалистами конкретной предметной области, опирающимися на их профессиональный опыт и эрудицию. Для определения вероятных (ожидаемых) значений продолжительности работ $t_{ож}$ применяется формула (46):

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{\min} + 2 \cdot t_{\max}}{5}, \quad (46)$$

где t_{\min} – минимальная продолжительность работы, дн.;

t_{\max} – максимальная продолжительность работы, дн.;

Для выполнения перечисленных в таблице 8 работ требуются специалисты:

- инженер – в его роли действует исполнитель НИР (ВКР);
- научный руководитель.

Для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести ее в календарные дни. Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях ($T_{рД}$) ведется по формуле (47):

$$T_{рД} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} \cdot K_{Д}, \quad (47)$$

где $t_{ож}$ – продолжительность работы, дн.;

$K_{ВН}$ – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных длительностей, в частности, возможно $K_{ВН}=1$;

$K_{Д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию

непредвиденных задержек и согласование работ ($K_d=1-1,2$ в этих границах конкретное значение принимает сам исполнитель. В данном случае $K_d=1,1$).

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле (48):

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot T_K, \quad (48)$$

где $T_{КД}$ – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

T_K – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях, и рассчитываемый по формуле (49):

$$T_K = \frac{T_{КАЛ}}{T_{КАЛ} - T_{ВПД}}, \quad (49)$$

где $T_{КАЛ}$ – календарные дни ($T_{КАЛ}=366$);

$T_{ВПД}$ – выходные и праздничные дни ($T_{ВПД}=66$).

$$T_K = \frac{366}{366 - 66} = 1,22$$

В таблице 13 приведено определение продолжительности этапов работ и их трудоемкости по исполнителям, занятым на каждом этапе. В столбцах (3–5) реализован экспертный способ по формуле (1). Столбцы 6 и 7 содержат величины трудоемкости этапа для каждого из двух участников проекта (научный руководитель и инженер) с учетом коэффициента $K_d=1,1$. Каждое из них в отдельности не может превышать соответствующее значение $t_{ож} \cdot K_d$. Столбцы 13 и 14 содержат те же трудоемкости, выраженные в календарных днях путем дополнительного умножения на T_K (здесь оно равно 1,22). Итог по столбцу 5 дает общую ожидаемую продолжительность работы над проектом в рабочих днях, итоги по столбцам 13 и 14 – общие трудоемкости для каждого из участников проекта. Две последних величины далее будут использованы для определения затрат на оплату труда участников и прочие затраты. Величины трудоемкости этапов по исполнителям ТКД (данные столбцов 13 и 14 кроме итогов) позволяют построить линейный график осуществления проекта – таблица 13

Таблица 13 – Трудозатраты на выполнение проекта

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел.- дн.			
					$T_{РД}$		$T_{КД}$	
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	НР	И	НР	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	2	4	2,8	3,08	–	3,76	–
Составление и утверждение плана работ	НР, И	4	6	4,8	5,28	0,264	6,44	0,32
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	10	15	12	2,64	13,2	3,22	16,1
Оформление графического материала	И	8	14	10,4	-	11,4	-	13,9
Расчёт технической части	И	10	15	12	-	13,2	-	16,1
Расчет социальной ответственности	И	2	6	3,6	-	3,96	-	4,8
Расчет финансового менеджмента	И	3	6	4,2	-	4,62	-	5,64
Подведение итогов	НР, И	2	6	3,6	2,38	3,96	2,9	4,8
Итого:				53,4	13,38	50,6	16,32	61,7

Таблица 14 – Линейный график работ

Этап	НР	И	Март			Апрель			Май			Июнь	
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
1	3,76	–											
2	6,44	0,32											
3	3,22	16,1											
4	-	13,9											
5	-	16,1											
6	-	4,8											
7	-	5,64											
8	2,9	4,8											

НР – ; И –

3.6 Расчет сметы затрат на выполнение проекта

В состав затрат на создание проекта включается величина всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. Расчет сметной стоимости ее выполнения производится по следующим статьям затрат:

- материалы и покупные изделия;
- заработная плата;
- социальный налог;
- расходы на электроэнергию (без освещения);
- амортизационные отчисления;
- командировочные расходы;
- оплата услуг связи;
- арендная плата за пользование имуществом;
- прочие услуги (сторонних организаций);
- прочие (накладные расходы) расходы.

3.6.1 Расчет затрат на материалы

К данной статье расходов относится стоимость материалов, покупных изделий, полуфабрикатов и других материальных ценностей, расходуемых непосредственно в процессе выполнения работ над объектом проектирования. Сюда же относятся специально приобретенное оборудование, инструменты и прочие объекты, относимые к основным средствам, стоимостью до 40 000 руб. включительно. Цена материальных ресурсов определяется по соответствующим ценникам или договорам поставки. Кроме того, статья включает так называемые транспортно-заготовительные расходы, связанные с транспортировкой от поставщика к потребителю, хранением и прочими процессами, обеспечивающими движение (доставку) материальных ресурсов от поставщиков к потребителю. Сюда же включаются расходы на совершение сделки купли-

продажи (т.н. транзакции). Приблизительно они оцениваются в процентах к отпускной цене закупаемых материалов, как правило, это 5-20%. Исполнитель работы самостоятельно выбирает их величину в указанных границах. Все расходы сведены в таблицу 15.

Таблица 15 – Расчет затрат на материалы

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Кол-во	Сумма, руб.
Услуги печати (формат А4)	2	80 шт.	80
Тетрадь (96л)	80	1 шт.	80
Ручка	100	1 шт.	100
Автоматический карандаш	100	1 шт.	100
Итого:			360

Допустим, что ТЗР составляют 15% от отпускной цены материалов, тогда расходы на материалы с учетом ТЗР равны $C_{\text{мат}} = 360 \cdot 1,15 = 414$ руб.

3.6.2 Расчет заработной платы

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя и инженера (в его роли выступает исполнитель проекта), а также премии, входящие в фонд заработной платы. Расчет основной заработной платы выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя. Оклад инженера принимается равным окладу соответствующего специалиста низшей квалификации в организации, где исполнитель проходил преддипломную практику. При отсутствии такового берется оклад инженера собственной кафедры (лаборатории).

Среднедневная тарифная заработная плата ($ЗП_{\text{дн-т}}$) рассчитывается по формуле (50):

$$ЗП_{\text{дн-т}} = MO/25 \quad (50)$$

Формула (50) учитывает, что в году 300 рабочих день и, следовательно, в месяце в среднем 25 рабочих дня (при шестидневной рабочей неделе).

Расчет затрат на полную заработную плату приведены в таблице 11. Затраты времени по каждому исполнителю в рабочих днях с округлением до целого взяты из таблицы 13. Для учета в ее составе премий, дополнительной

зарплаты и районной надбавки используется следующий ряд коэффициентов: $K_{ПР}=1,1$; $K_{доп.ЗП}=1,188$; $K_p=1,3$. Таким образом, для перехода от тарифной (базовой) суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку (зарплатной части сметы) необходимо первую умножить на интегральный коэффициент $K_{и}=1,1 \cdot 1,188 \cdot 1,3=1,699$. Вышеуказанное значение $K_{доп.ЗП}$ применяется при шестидневной рабочей неделе, при пятидневной оно равно 1,113, соответственно в этом случае $K_{и}=1,62$.

Таблица 16 – Затраты на заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка, руб./раб. день	Затраты времени, раб. дни	Коэффициент	Фонд з/п, руб.
НР	33664	1554	14	1,62	35244,72
И	10633	491	51	1,62	40556,42
ИТОГО:					75881,14

3.6.3 Расчет затрат на социальный налог

Затраты на единый социальный налог (ЕСН), включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30% от полной заработной платы по проекту, т.е. $C_{соц}=C_{зп} \cdot 0,3$. Итак, в нашем случае $C_{соц}=75881,14 \cdot 0,3=22743,34$ руб.

3.6.4 Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, потраченную в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, рассчитываемые по формуле (51):

$$C_{эл.об.} = P_{об} \cdot t_{об} \cdot Ц_{э}, \quad (51)$$

где $P_{об}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$Ц_{э}$ – тариф на 1 кВт·час (6,59 р/кВт·ч);

$t_{об}$ – время работы оборудования, час.

Время работы оборудования вычисляется на основе итоговых данных таблицы 8 для инженера по формуле (52):

$$t_{об} = T_{рд} \cdot K_t, \quad (52)$$

где $K_t \leq 1$ – коэффициент использования оборудования по времени, равный отношению времени его работы в процессе выполнения проекта к $T_{рд}$, определяется исполнителем самостоятельно ($K_t=1$).

$$t_{об} = 50,6 \cdot 1 \cdot 8 = 404,8 \text{ час.}$$

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле (53):

$$P_{об} = P_{ном} \cdot K_c, \quad (53)$$

где $P_{ном}$ – номинальная мощность оборудования, кВт;

$K_c \leq 1$ – коэффициент загрузки, зависящий от средней степени использования номинальной мощности ($K_c=1$). Для технологического оборудования малой мощности $K_c=1$.

$$P_{об} = 0,5 \cdot 1 = 0,5 \text{ кВт}$$

Расчеты затрат на электроэнергию для технологических целей сведены в таблицу 17.

Таблица 17 – Затраты на электроэнергию технологическую

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{об}$, час	Потребляемая мощность $P_{об}$, кВт	Затраты $C_{эл.об.}$, руб.
Персональный компьютер	404.8	0,5	1333,82
ИТОГО:			1333,82

3.6.5 Расчет амортизационных расходов

В статье «Амортизационные отчисления» рассчитывается амортизация

используемого оборудования за время выполнения проекта.

Используется формула (54):

$$C_{AM} = \frac{H_A \cdot C_{OB} \cdot t_{рф} \cdot n}{F_d}, \quad (54)$$

где H_A – годовая норма амортизации единицы оборудования;

C_{OB} – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР. При невозможности получить соответствующие данные из бухгалтерии она может быть заменена действующей ценой, содержащейся в ценниках, прейскурантах и т.п.;

F_d – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования, берется из специальных справочников или фактического режима его использования в текущем календарном году. При этом второй вариант позволяет получить более объективную оценку C_{AM} . Для ПК в 2020 г. (300 рабочих дней при шестидневной рабочей неделе) примем $F_d = 300 \cdot 8 = 2400$ часа;

$t_{рф}$ – фактическое время работы оборудования в ходе выполнения проекта, учитывается исполнителем проекта;

n – число задействованных однотипных единиц оборудования.

Для определения H_A следует обратиться к приложению 1 пособия (20), содержащему фрагменты из постановления правительства РФ «О классификации основных средств, включенных в амортизационные группы». Оно позволяет получить рамочные значения сроков амортизации (полезного использования) оборудования – CA . Например, для ПК это 2-3 года. Необходимо задать конкретное значение CA из указанного интервала, например, 2,5 года. Далее определяется H_A как величина обратная CA , в данном случае это $1/2,5 = 0,4$.

Стоимость ПК 60000 руб – $C_{OB} = 600000$ руб;

время использования – $t_{рф} = 404,8$ часов.

$$C_{AM} = \frac{0,4 \cdot 60000 \cdot 404,8 \cdot 1}{2400} = 4048 \text{ руб.}$$

Итого начислено амортизации – 4048 руб.

3.6.6 Расчет прочих расходов

В статье «Прочие расходы» отражены расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях, их следует принять равными 10% от суммы всех предыдущих расходов. Используется формула (55):

$$C_{\text{проч.}} = (C_{\text{мат}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{соц}} + C_{\text{эл.об.}} + C_{\text{ам}}) \cdot 0,1 \quad (55)$$

Для нашей разработки это:

$$C_{\text{проч.}} = (414 + 75881,14 + 22743,34 + 1333,82 + 4048) \cdot 0,1$$

$$C_{\text{проч.}} = 10442,03 \text{ руб.}$$

3.6.7 Расчет общей себестоимости разработки

Проведя расчет по всем статьям сметы затрат на разработку, можно определить общую себестоимость проекта, которая сведена в таблицу 18.

Таблица 18 – Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб
Материалы и покупные изделия	Смат	414
Основная заработная плата	Сзп	75881,14
Отчисления в социальные фонды	Ссоц	22743,34
Расходы на электроэнергию	Сэл.об.	1333,82
Амортизационные отчисления	Сам	4048
Прочие расходы	Спроч	10442,03
Итого:		114862,33

Таким образом, затраты на разработку составили $C = 114862,33$ руб.

3.6.8 Расчет прибыли

Прибыль от реализации проекта в зависимости от конкретной ситуации (масштаб и характер получаемого результата, степень его определенности и коммерциализации, специфика целевого сегмента рынка и т.д.) может

определяться различными способами. Если исполнитель работы не располагает данными для применения «сложных» методов, то прибыль следует принять в размере 5-20% от полной себестоимости проекта. В данной разработке она составляет (20%) от расходов на разработку проекта и рассчитывается по формуле (56):

$$\Pi_{\text{приб}} = C \cdot 0,2 \quad (56)$$

$$\Pi_{\text{приб}} = 114862,33 \cdot 0,2 = 22972,47 \text{ руб}$$

3.6.9 Расчет НДС

НДС составляет 20% от суммы затрат на разработку и прибыли. В нашем случае рассчитаем по формуле (56):

$$\text{НДС} = C \cdot 0,2 \quad (57)$$

$$\text{НДС} = (114862,33 + 22972,47) \cdot 0,2 = 27566,96 \text{ руб.}$$

3.6.10 Цена разработки НИР

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС, в нашем случае рассчитаем по формуле (57):

$$\Pi_{\text{НИР(КР)}} = C + \Pi_{\text{приб}} + \text{НДС} \quad (58)$$

$$\Pi_{\text{НИР(КР)}} = 114862,33 + 22972,47 + 27566,96 = 165401,76 \text{ руб.}$$

3.7 Оценка экономической эффективности проекта

Актуальным аспектом качества выполненного проекта является экономическая эффективность его реализации, т.е. соотношение обусловленного ей экономического результата (эффекта) и затрат на разработку проекта. Поскольку результат носит частично модульный характер – работа над роботом идёт в команде и разрабатывается только часть установки, то экономическая оценка этого проекта невозможна.

3.8 Определение срока окупаемости инвестиций (PP – payback period)

Данный показатель определяет продолжительность того периода, через который инвестиции будут возвращены полученной благодаря им прибылью. Но поскольку работа является составной, то невозможно в полной мере оценить влияние разработки – сама по себе она не даёт внешнего эффекта.

3.9 Вывод по финансовому менеджменту, ресурсоэффективности и ресурсосбережению

В данной части работы были произведена организация и планирование работ, расчет сметы затрат на выполнение проекта, и оценка экономической эффективности проекта. В ходе проделанной работы была определена цена научно исследовательской работы, она составила 165401,76 руб.

4 Социальная ответственность

4.1 Введение

Под социальной ответственностью понимают комплекс законодательных и соответствующих им социально-экономических мероприятий, обеспечивающих безопасность, сохранения здоровья и работоспособности в процессе труда. Законодательное и правовое регулирование в сфере пищевой промышленности достаточно подробное. В связи с этим большое внимание уделяется охране труда.

В данной дипломной работе производится расчет тепловых и механических характеристик для автоматического устройства выпекания для автоматизации кондитерского производства. Место работы: 10 корпус ТПУ, ауд. 101. Обеспечение безопасности условий работы достигается путем поддержания оборудования и технических средств в исправном состоянии, своевременным ремонтом, поддержанием режима, утвержденного в технологическом регламенте для установки.

Производственная безопасность представляет собой систему организационных мероприятий и технических средств, уменьшающих вероятность воздействия на персонал опасных производственных факторов, вредных воздействий технологических процессов, энергии, средств, предметов, условий и режимов труда до приемлемого уровня. Основная цель производственной безопасности - предотвращение и минимизация последствий аварий на опасных производственных объектах, выявление вредных и опасных производственных факторов, которые могут возникать при разработке и эксплуатации данных аппаратов.

4.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

4.2.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства

Согласно ТК РФ, N 197 -ФЗ работник аудитории 101, 10 корпуса ТПУ имеет право на:

- рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;
- отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;
- обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;
- внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра;

4.2.1 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Рабочее место в аудитории 101, 10 корпуса ТПУ должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78. Оно должно занимать площадь не менее 4,5 м², высота помещения должна быть не менее 4 м, а объем - не менее 20 м³ на одного человека. Высота над уровнем пола рабочей поверхности, за которой работает оператор, должна составлять 720 мм. Оптимальные размеры поверхности стола 1600 х 1000 кв. мм. Под столом должно иметься пространство для ног с размерами по глубине 650 мм. Рабочий стол должен также иметь подставку для ног, расположенную под углом 15° к поверхности стола. Длина подставки 400

мм, ширина - 350 мм. Удаленность клавиатуры от края стола должна быть не более 300 мм, что обеспечит удобную опору для предплечий. Расстояние между глазами оператора и экраном видеодисплея должно составлять 40 - 80 см. Так же рабочий стол должен быть устойчивым, иметь однотонное неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество. Рабочий стул должен иметь дизайн, исключаящий онемение тела из-за нарушения кровообращения при продолжительной работе на рабочем месте.

4.3 Производственная безопасность

4.3.1 Анализ потенциально возможных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований и во время эксплуатации

Наличие возможных опасных и вредных производственных факторов характеризуют производственные условия, которые могут оказывать негативное влияние на работников.

Данные факторы основаны на стандарте ГОСТ 12.0.003 – 2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [18]. и представлены в таблице 19.

Таблица 19. Опасные и вредные факторы при выполнении работ по расчёту тепловых и механических характеристик для автоматического устройства выпекания для автоматизации кондитерского производства, при разработке его конструкции и при эксплуатации устройства

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015).	Расчёт тепловых и механических характеристик для автоматического устройства выпекания для автоматизации кондитерского производства	Разработка конструкции устройства	Эксплуатация готового устройства	Нормативные документы
Вредные				
1. Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны	-	-	+	СанПиН 2.2.4.548-96
2. Повышенный уровень шума на рабочем месте	+	+	-	ГОСТ 12.1.003-83
3. Повышенный уровень напряженности электростатического поля	-	-	+	СанПиН 2.2.4.1191-03
4. Недостаточная освещенность рабочей зоны	-	-	-	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03
5. Неудовлетворительный микроклимат	-	-	-	СанПиН 2.2.4.3359-16
6. Нервно-психические перегрузки на рабочем месте	+	+	-	Р 2.2.2006-05
Опасные				
7. Поражение электрическим током.	+	+	+	ГОСТ Р 12.1.019-2009
8. Пожароопасность	+	+	+	ГОСТ 12.1.044-89

4.3.2 Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов

1. Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны

Источник фактора – ПЭВМ.

Оптимальные микроклиматические условия обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции и создают предпосылки для высокого уровня работоспособности. Оптимальные величины представлены в таблице 20.

Таблица 20 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia (до 139)	22-24	21-25	60-40	0,1
	Iб (140-174)	21-23	20-24	60-40	0,1
	IIa (175-232)	19-21	18-22	60-40	0,2
	IIб (233-290)	17-19	16-20	60-40	0,2
	III (более 290)	16-18	15-19	60-40	0,3
Теплый	Ia (до 139)	23-25	22-26	60-40	0,1
	Iб (140-174)	22-24	21-25	60-40	0,1
	IIa (175-232)	20-22	19-23	60-40	0,2
	IIб (233-290)	19-21	18-22	60-40	0,2
	III (более 290)	18-20	17-21	60-40	0,3

В качестве средств защиты от шумов предполагается установка более мощных вентиляторов на ПЭВМ.

2. Повышенный уровень шума на рабочем месте

Работа ПЭВМ сопровождается акустическими шумами. Это обусловлено следующими деталями ПЭВМ:

- Кулеры на процессоре и на корпусе;
- Жесткие диски.

Различные шумы от техники являются привычными для современного человека, однако они обладают накопительным эффектом, что может негативно

сказываться на здоровье. К таким последствиям относятся головокружение, оглушение, рассеянность. Предельно допустимый уровень звука представлен в таблице 21.

Таблица 21 – Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий напряженности

Категория напряженности трудового процесса	Предельно допустимый уровень звука, дБА
Напряженность легкой степени	80
Напряженность средней степени	70
Напряженный труд 1 степени	60
Напряженный труд 2 степени	50

В качестве средств защиты от шумов предполагается помещение вентиляторов в защитный кожух внутри корпуса ПЭВМ, само помещение (потолки и стены) рекомендуется покрывать звукопоглощающими материалами с максимальными коэффициентами звукопоглощения в области частот 63 - 8000 Гц.

3. Повышенный уровень напряженности электростатического поля

Электростатические заряды способны накапливаться на экране компьютера, клавиатуре и компьютерной мыши при включенном питании.

Сильное электростатическое поле способствует нарушению сна, потере аппетита и раздражительности.

Влияние электрического тока искрового разряда статического электричества от ноутбука мало и не может вызвать поражение человека. Однако существующие заряды увеличивают накопление пыли на поверхностях, и при длительном непрерывном взаимодействии с устройством человек подвергается риску плохого самочувствия в связи с попаданием вредных веществ в глаза и дыхательные пути.

Согласно ГОСТ 12.1.045–84, предельно допустимый уровень напряженности электростатических полей устанавливается равным 60 кВ/м в течение 1 часа [19].

Для защиты от статического электричества применяются следующие методы: заземление оборудования, увлажнение окружающего воздуха, а также применение полов из антистатического материала.

4. Недостаточная освещенность рабочей зоны

К понятию освещения относятся получение, распределение и использование световой энергии для обеспечения благоприятных условий видения предметов и объектов. От него зависят настроение и самочувствие человека, а также эффективность труда.

Все установки, обеспечивающие освещение, должны соответствовать нормативным требованиям. Согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03, нормируемый показатель искусственного освещения в помещениях с ПЭВМ равен 300 лк [20].

Для защиты предлагается добавлять источники света или усиливать уже имеющиеся.

5. Неудовлетворительный микроклимат

Для создания и автоматического поддержания в аудитории 101, 10 корпуса ТПУ независимо от наружных условий оптимальных значений температуры, влажности, чистоты и скорости движения воздуха, в холодное время года используется водяное отопление, в теплое время года применяется кондиционирование воздуха. Кондиционер представляет собой вентиляционную установку, которая с помощью приборов автоматического регулирования поддерживает в помещении заданные параметры воздушной среды.

Аудитория 101, 10 корпуса ТПУ является помещением I б категории. Допустимые величины интенсивности теплового облучения работающих на рабочих местах от производственных источников, нагретых до темного свечения (материалов, изделий и др.). В таблице 22 указаны Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений.

Таблица 22 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Катег. работ по уровню энергозатрат	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относ. влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Іб	21-23	20-24	40-60	0,1
Теплый	Іб	22-24	21-25	40-60	0,1

В таблице 23 представлены допустимые величины интенсивности теплового облучения.

Таблица 23 – Допустимые величины интенсивности теплового облучения

Облучаемая поверхность тела, %	Интенсивность теплового облучения, Вт/м ² , не более
50 и более	35
25-50	70
не более 25	100

В аудитории проводится ежедневная влажная уборка и систематическое проветривание после каждого часа работы на ЭВМ.

К средствам защиты можно отнести дополнительные меры по защите работников от возможного перегревания и охлаждения. К таким относятся, например, системы местного кондиционирования воздуха; использование индивидуальных средств защиты от повышенной или пониженной температуры; установление периодов работы и отдыха в соответствии с имеющимися условиями так, чтобы нормализовать тепловое состояние сотрудника; сокращение рабочей смены и др.

6. Нервно-психические перегрузки на рабочем месте

К вредным психофизиологическим факторам можно отнести переутомление, стресс, умственное и эмоциональное перенапряжение, монотонность труда.

Утомление и снижение работоспособности неизбежны при неправильном положении в работе. Неграмотно организованное рабочее место вызывает мышечные спазмы и усталость.

Длительная работа за экраном дисплея способствует снижению зрения, головной боли, раздражительности, потери внимания. А отсутствие регламентированных перерывов способно вызывать умственное перенапряжение, что делает неэффективной всю дальнейшую работу,

Режим труда и отдыха работника: при вводе данных, редактировании программ, чтении информации с экрана непрерывная продолжительность работы не должна превышать 4-х часов при 8-часовом рабочем дне. Через каждый час работы необходимо делать перерыв на 5-10 минут, а через два часа – на 15 минут.

Для предотвращения переутомления и напряжения необходимо строго соблюдать регламентируемые перерывы, проводя в это время физическую разминку, то же рекомендуется делать и по окончании рабочего дня.

7. Поражение электрическим током.

Для предотвращения поражения электрическим током, где размещаются рабочее место с ЭВМ в аудитории 101, 10 корпуса ТПУ, оборудование должно быть оснащено защитным заземлением, занулением в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации. Для предупреждения электротравматизма необходимо проводить соответствующие организационные и технические мероприятия:

- 1) оформление работы нарядом или устным распоряжением;
- 2) проведение инструктажей и допуск к работе;
- 3) надзор во время работы.

Уровень напряжения для питания ЭВМ в данной аудитории 220 В, для серверного оборудования 380 В. По опасности поражения электрическим током помещение 101, 10 корпуса ТПУ относится к первому классу – помещения без повышенной опасности (сухое, хорошо отапливаемое, помещение с токонепроводящими полами, с температурой 18-20°, с влажностью 40-50%).

Основными техническими средствами защиты, согласно ПУЭ, являются защитное заземление, автоматическое отключение питания, устройства

защитного отключения, изолирующие электрозащитные средства, знаки и плакаты безопасности. Наличие таких средств защиты предусмотрено в рабочей зоне. В целях профилактики периодически проводится инструктаж работников по технике безопасности.

8. Пожароопасность.

При проведении исследований наиболее вероятной ЧС является возникновение пожара в помещении 101, 10 корпуса ТПУ. Пожарная безопасность должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

Основные источники возникновения пожара:

1) Неработоспособное электрооборудование, неисправности в проводке, розетках и выключателях. Для исключения возникновения пожара по этим причинам необходимо вовремя выявлять и устранять неполадки, а также проводить плановый осмотр электрооборудования.

2) Электрические приборы с дефектами. Профилактика пожара включает в себя своевременный и качественный ремонт электроприборов.

3) Перегрузка в электроэнергетической системе (ЭЭС) и короткое замыкание в электроустановке.

Под пожарной профилактикой понимается обучение пожарной технике безопасности и комплекс мероприятий, направленных на предупреждение пожаров.

Пожарная безопасность обеспечивается комплексом мероприятий:

- обучение, в т.ч. распространение знаний о пожаробезопасном поведении (о необходимости установки домашних индикаторов задымленности и хранения зажигалок и спичек в местах, недоступных детям);

- пожарный надзор, предусматривающий разработку государственных норм пожарной безопасности и строительных норм, а также проверку их выполнения;

- обеспечение оборудованием и технические разработки (установка переносных огнетушителей и изготовление зажигалок безопасного пользования).

В соответствии с ТР «О требованиях пожарной безопасности» для административного жилого здания требуется устройство внутреннего противопожарного водопровода.

Согласно ФЗ-123, НПБ 104-03 «Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях» для оповещения о возникновении пожара в каждом помещении должны быть установлены дымовые оптико-электронные автономные пожарные извещатели, а оповещение о пожаре должно осуществляться подачей звуковых и световых сигналов во все помещения с постоянным или временным пребыванием людей [21].

Аудитория 101, 10 корпуса ТПУ оснащена первичными средствами пожаротушения: огнетушителями ОУ-3 1шт., ОП-3, 1шт. (предназначены для тушения любых материалов, предметов и веществ, применяется для тушения ПК и оргтехники, класс пожаров А, Е.). В таблице 24 приведены типы используемых огнетушителей при пожаре в электроустановках.

Таблица 24 – Типы используемых огнетушителей при пожаре в электроустановках

Напряжение, кВ	Тип огнетушителя (марка)
До 1,0	порошковый (серии ОП)
До 10,0	углекислотный (серии ОУ)

Согласно НПБ 105-03 помещение, предназначенное для проектирования и использования результатов проекта, относится к типу П-2а [18]. В таблице 25 представлены категории помещений по пожарной опасности.

Таблица 25 – Категории помещений по пожарной опасности

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
П-2а	Зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества в количестве, при котором удельная пожарная нагрузка составляет не менее 1 мегаджоуля на квадратный метр.

В корпусе 10 ТПУ имеется пожарная автоматика, сигнализация. В случае возникновения загорания необходимо обесточить электрооборудование, отключить систему вентиляции, принять меры тушения (на начальной стадии) и обеспечить срочную эвакуацию студентов и сотрудников в соответствии с планом эвакуации.

4.4 Экологическая безопасность

В данном подразделе рассматривается характер воздействия проектируемого решения на окружающую среду. Выявляются предполагаемые источники загрязнения окружающей среды, возникающие в результате реализации предлагаемых в ВКР решений.

4.4.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

РТС Mathcad — это инженерное математическое программное обеспечение и не наносит вреда окружающей среде. С точки зрения влияния на окружающую среду можно рассмотреть влияние оборудования, на котором производилась работа, при его утилизации.

4.4.2 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду

Процесс исследования представляет из себя работу с информацией, такой как технологическая литература, статьи, ГОСТы и нормативно-техническая документация, а также разработка автоматического устройства и его расчёт с помощью различных программных комплексов. Таким образом процесс исследования не имеет влияния негативных факторов на окружающую среду.

4.4.3 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды.

Утилизация компьютерного оборудования осуществляется по специально разработанной схеме, которая должна соблюдаться в организациях:

1. На первом этапе необходимо создать комиссию, задача которой заключается в принятии решений по списанию морально устаревшей или не рабочей техники, каждый образец рассматривается с технической точки зрения;
2. Разрабатывается приказ о списании устройств. Для проведения экспертизы привлекается квалифицированное стороннее лицо или организация;
3. Составляется акт утилизации, основанного на результатах технического анализа, который подтверждает негодность оборудования для дальнейшего применения;
4. Формируется приказ на утилизацию. Все сопутствующие расходы должны отображаться в бухгалтерии;
5. Утилизацию оргтехники обязательно должна осуществлять специализированная фирма.
6. Получается специальная официальной формы, которая подтвердит успешность уничтожения электронного мусора.

После оформления всех необходимых документов, компьютерная техника вывозится со склада на перерабатывающую фабрику. Все полученные в ходе переработки материалы вторично используются в различных производственных процессах.

4.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

4.5.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС

Согласно ГОСТ Р 22.0.02-94 ЧС - это нарушение нормальных условий жизни и деятельности людей на объекте или определенной территории (акватории), вызванное аварией, катастрофой, стихийным или экологическим бедствием, эпидемией, эпизоотией (болезнь животных), эпифитотией (поражение растений), применением возможным противником современных средств поражения и приведшее или могущее привести к людским или материальным потерям" [22].

С точки зрения выполнения проекта характерны следующие виды ЧС:

1. Пожары, взрывы;
2. Внезапное обрушение зданий, сооружений;
3. Геофизические опасные явления (землетрясения);
4. Метеорологические и агрометеорологические опасные явления;

Так как объект исследований представляет из себя расчёты и объёмную конструкторскую модель, то наиболее вероятной ЧС в данном случае можно назвать пожар в аудитории с ЭВМ, где разрабатывается это оборудование. В аудитории применяется не горючие и не выделяющие дым кабели. Таким образом возникновение пожаров происходит из-за человеческого фактора, в частности, это несоблюдение правил пожарной безопасности. К примеру, замыкание электропроводки - в большинстве случаев тоже человеческий фактор. Соблюдение современных норм пожарной безопасности позволяет исключить возникновение пожара в аудитории с работающим ЭВМ.

- Помещение серверной должно быть отдельным помещением, функционально не совмещенным с другими помещениями. К примеру, не

допускается в помещении серверной организовывать мини-склад оборудования или канцелярских товаров.

- При разработке проекта серверной необходимо учесть, что автоматическая установка пожаротушения (АУПТ) должна быть обеспечена электропитанием по первой категории (п. 15.1 СП 5.13130.2009) [23].

- Согласно СП 5.13130.2009 в системах воздуховодов общеобменной вентиляции, воздушного отопления и кондиционирования воздуха защищаемых помещений следует предусматривать автоматически закрывающиеся при обнаружении пожара воздушные затворы (заслонки или противопожарные клапаны) [23].

- Согласно СП 5.13130.2009 При пожаре необходимо предусматривать до включения установки автоматическое отключение систем вентиляции, воздушного отопления, кондиционирования, дымоудаления и подпора воздуха защищаемых помещений, а также закрытие воздушных затворов или противопожарных клапанов [23].

Заключение

В результате проделанной работы были изучены различные конструктивные решения кондитерских установок по производству блинов. Проведены исследования с целью улучшить точность расчётов для разрабатываемых решений. Была разработана и спроектирована в системе трехмерного моделирования оптимальная по размерам конструкция, проведен её анализ, рассчитаны двигатель и нагреватель, по результатам произведен выбор двигателей и нагревателей, подготовлен комплект чертежей. Получен опыт работы с системами трехмерного моделирования, а также опыт самостоятельного подбора комплектующих. В будущем планируется соединить с дозирующим устройством и создать рабочий прототип, а также подать на патент и внедрить робота в кафе быстрого питания.

Список литературы

1. Рецепт: Блины молочные тонкие [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.russianfood.com/recipes/recipe.php?rid=125754> (Дата обращения: 02.04.2020). Текст – Электронный.
2. Аппарат для изготовления блинов БЛК-1200 ОПТИ КБ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://кбтехнология.рф/blk1200> (Дата обращения: 20.04.2020). Текст – Электронный.
3. Робот-блинопек устроит шоу на ВДНХ: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mos.ru/news/item/36231073/> (Дата обращения: 20.04.2020). Текст – Электронный.
4. Машина для изготовления блинов XZ-400 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://eurasia-group.ru/catalog/oborudovanie/oborudovanie-dlya-pishchevoy-promyshlennosti/oborudovanie-dlya-proizvodstva-vypechki-i-konditerskikh-izdeliy/mashina-dlya-izgotovleniya-blinov-xz-400/> (Дата обращения: 20.04.2020). Текст – Электронный.
5. Самодельный конвейер для выпекания блинов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=zuvRjVQDuUE> (Дата обращения: 20.04.2020). Текст – Электронный
6. Атомат для выпечки хлеба BredBot возвращает покупателей в магазины [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kiosks.ru/index.php/avtomat-dlya-vypechki-hleba-breadbot-vozvrashchaet-pokupatelej-v-magaziny/> (Дата обращения: 24.04.2020). Текст – Электронный.
7. Breadbot – Wilkinson Baking Company [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.wilkinsonbaking.com/the-mini-bakery> (Дата обращения: 24.04.2020). Текст – Электронный.
8. Перечень материалов, изделий и оборудования, допущенных для контакта с пищевыми продуктами. Часть 1: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://library-full.nadzor-info.ru/doc/35368> (Дата обращения: 03.06.2020). Текст – Электронный.

9. Production of baked products with high fibre and protein content [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://patents.google.com/patent/RU2557111C2/en> (Дата обращения: 27.05.2020)
10. Гинзбург А.С. и др. Теплофизические характеристики пищевых продуктов. Справочник. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://thermalinfo.ru/spravochniki-skachat/ginzburg-teplofizicheskie-harakteristiki-pishhevyh-produktov-spravochnik> (Дата обращения: 02.06.2020)
11. Изучение необратимой тепловой денатурации белков методом дифференциальной сканирующей калориметрии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lyubarev.narod.ru/science/UBKh2000.pdf> (Дата обращения: 02.06.2020)
12. Труба нержавеющая 30х30х4 квадратная [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mlct.ru/nerzh/truba/kvadratnaya/30x30x4> (Дата обращения: 27.03.2020)
13. Бесклеевые тефлоновые ленты (PTFE) «FORFLON®» в рулонах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.forkom.ru/catalog/lenti_forflon/bezkleevie_teflonovie_lenti/?post_id=47 (Дата обращения: 02.04.2020). Текст – Электронный
14. Double Shaft Electric DC Worm Geared Motor 6V 12V 24V 6 To 150RPM High Torque Motors Self Locking Adjustable Speed Reversed [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.aliexpress.com/item/4000005434001.html?af=10546_19&utm_campaign=10546_19&aff_platform=api&utm_medium=cpa&afref=http%3A%2F%2Faway.vk.com&cn=42q89va7drtb0n5ed7s9u6pikxrbsuj7&dp=v5_42q89va7drtb0n5ed7s9u6pikxrbsuj7&cv=89827&sk=57GVl0RW&aff_trace_key=999bb879b82f4d289f5f3c48b0385910-1586017951966-04086-57GVl0RW&terminal_id=ef47d5681af444cd84abe905a2d1bf47&utm_source=epn&utm_content=89827&aff_request_id=999bb879b82f4d289f5f3c48b0385910-

1586017951966-04086-57GV10RW (Дата обращения: 02.04.2020). Текст – Электронный

15. Конфорка КЭС-0,12/2,5 для электроплит [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://prodteh.ru/goods/g6747.htm#pid6747> (Дата обращения: 18.04.2020).

16. Термостойкий пакетный переключатель ППКП(ТПКП) 25А [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.texenergo.ru/catalog/item.html/te00007701> (Дата обращения: 6.07.2020). Текст – Электронный

17. Термостойкий пакетный переключатель ППКП(ТПКП) 25А [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.texenergo.ru/catalog/item.html/te00007701> (Дата обращения: 6.07.2020). Текст – Электронный

18. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий, 2003

19. ГОСТ 12.1.045-84 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля

20. ФЗ-123, НПБ 104-03 «Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях»

21. НПБ 105-03 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности

22. ГОСТ Р 22.0.02-94. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий (с Изменением N 1)

23. СП 5.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования (с Изменением N 1)

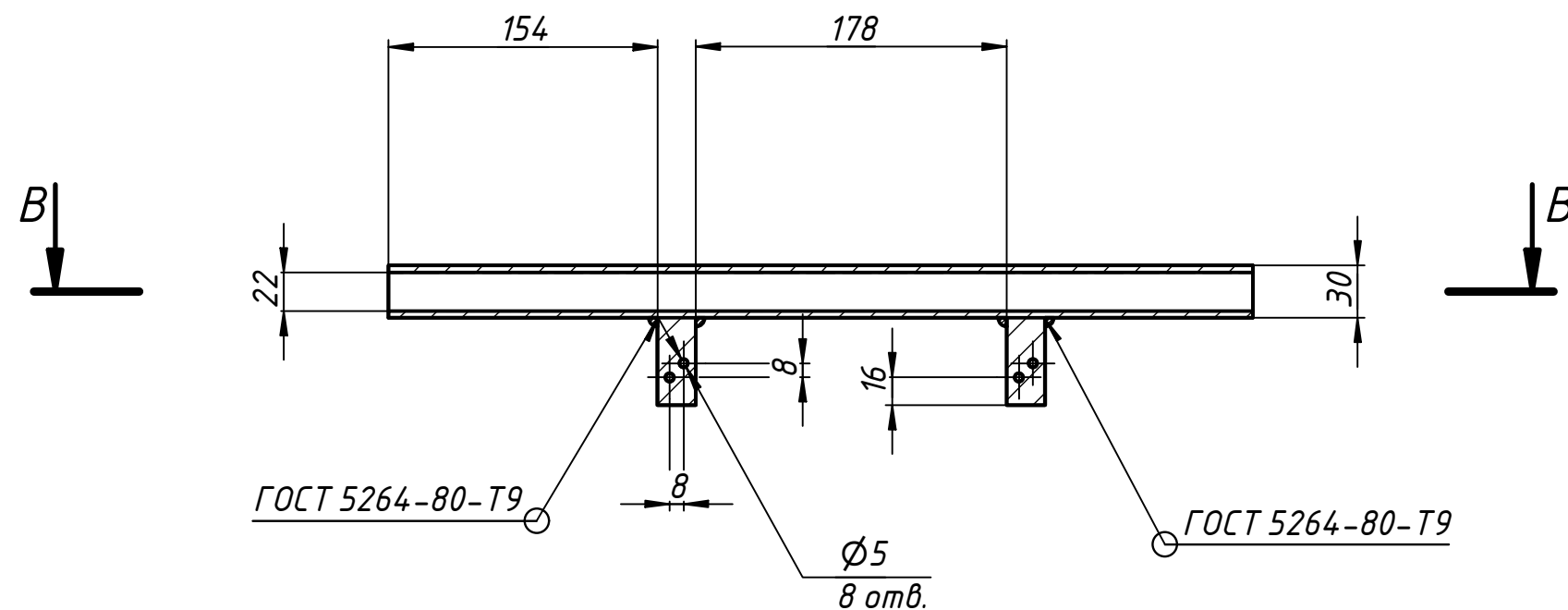
Приложение А

(обязательное)

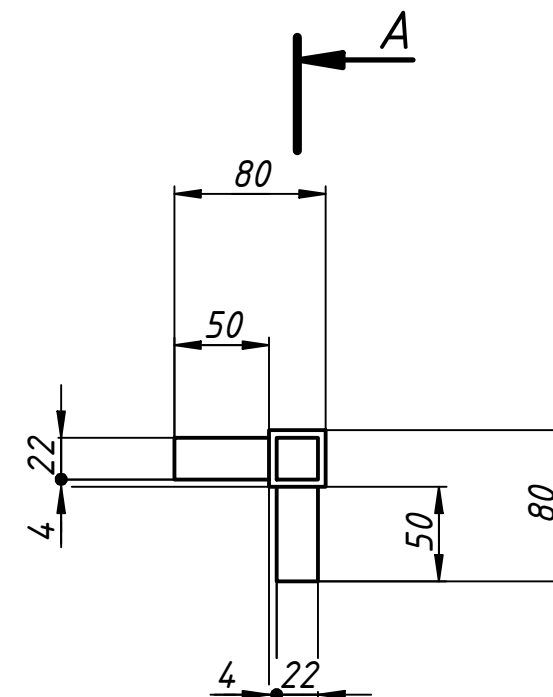
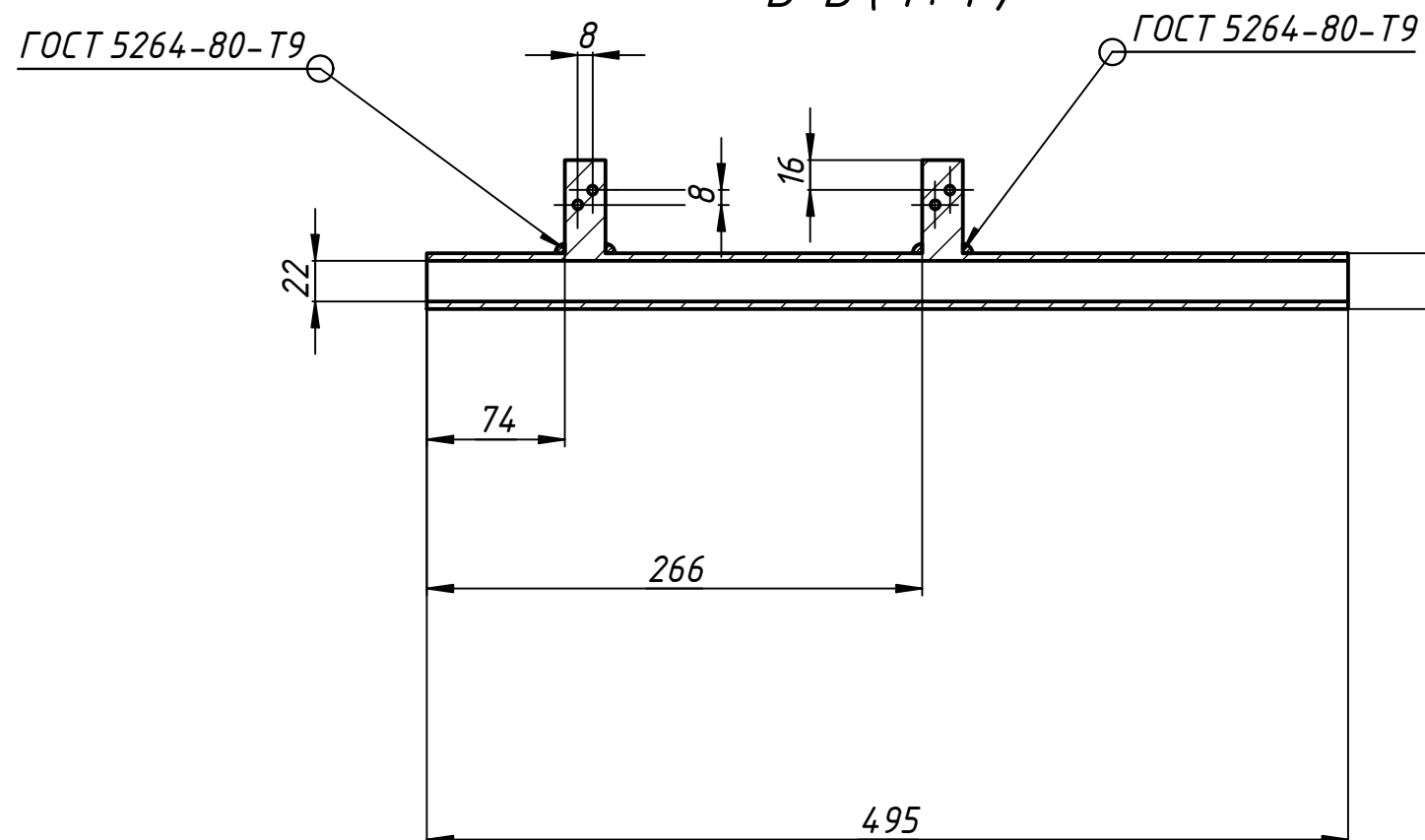
Конструкторская документация для устройства выпекания

ΦΗΡΑ-301421.002

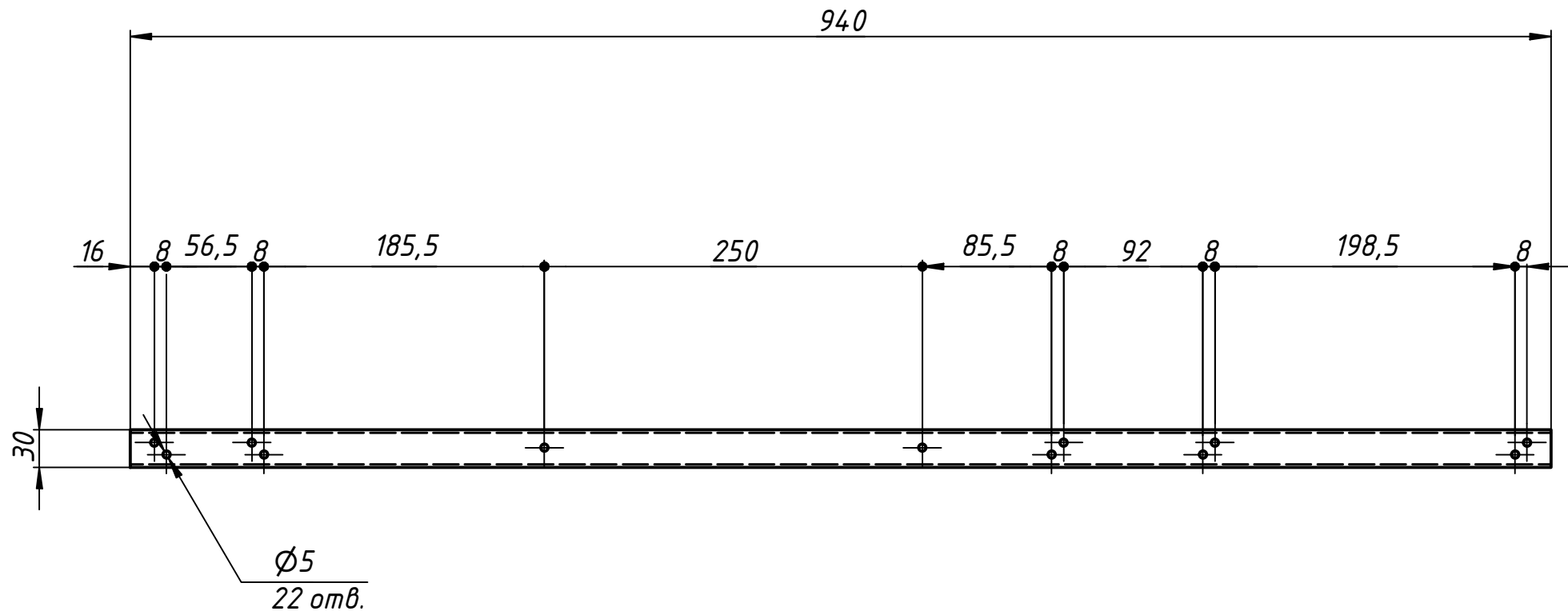
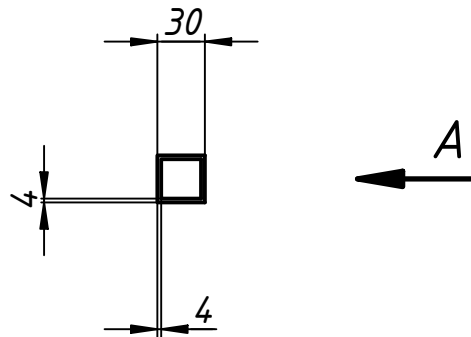
A-A (1:4)



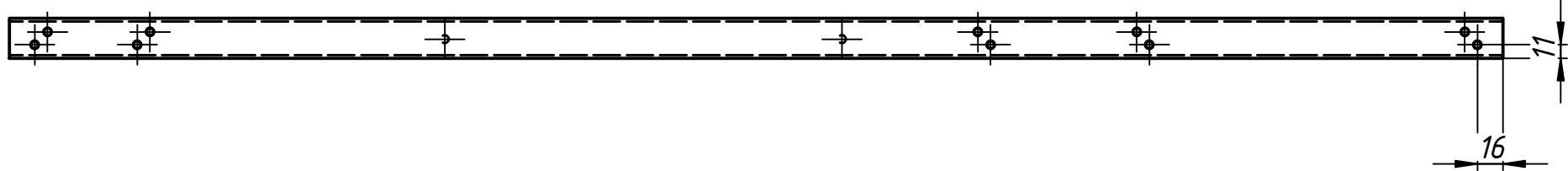
B-B (1:4)



					ФЮРА-301421.002				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Стойка	Лит.		Масса	Масштаб
Разраб.	Егор Веденин		6/13/2020					2.4	1:4
Пров.	Тырышкин А.В								
Т. контр.						Лист		Листов 1	
Нач.отд.						ТПУ ИШИТР Группа 8Е61			
Н. контр.									
Утв.	Тырышкин А.В				12Х17Г9Н4				



A (1 : 4)



					ФЮРА-301712.003			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Распорка	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Егор Веденин	6/5/2020					0.2	1:4
Пров.	Тырышкин А.В							
Т. контр.						Лист	Листов	1
Н. контр.					12Х17Г9Н4	ТПУ ИШИТР Группа 8Е61		
Утв.	Тырышкин А.В				1	Копировал Формат А3		

ФЮРА-301712.004

Перв. примен.

Справ. №

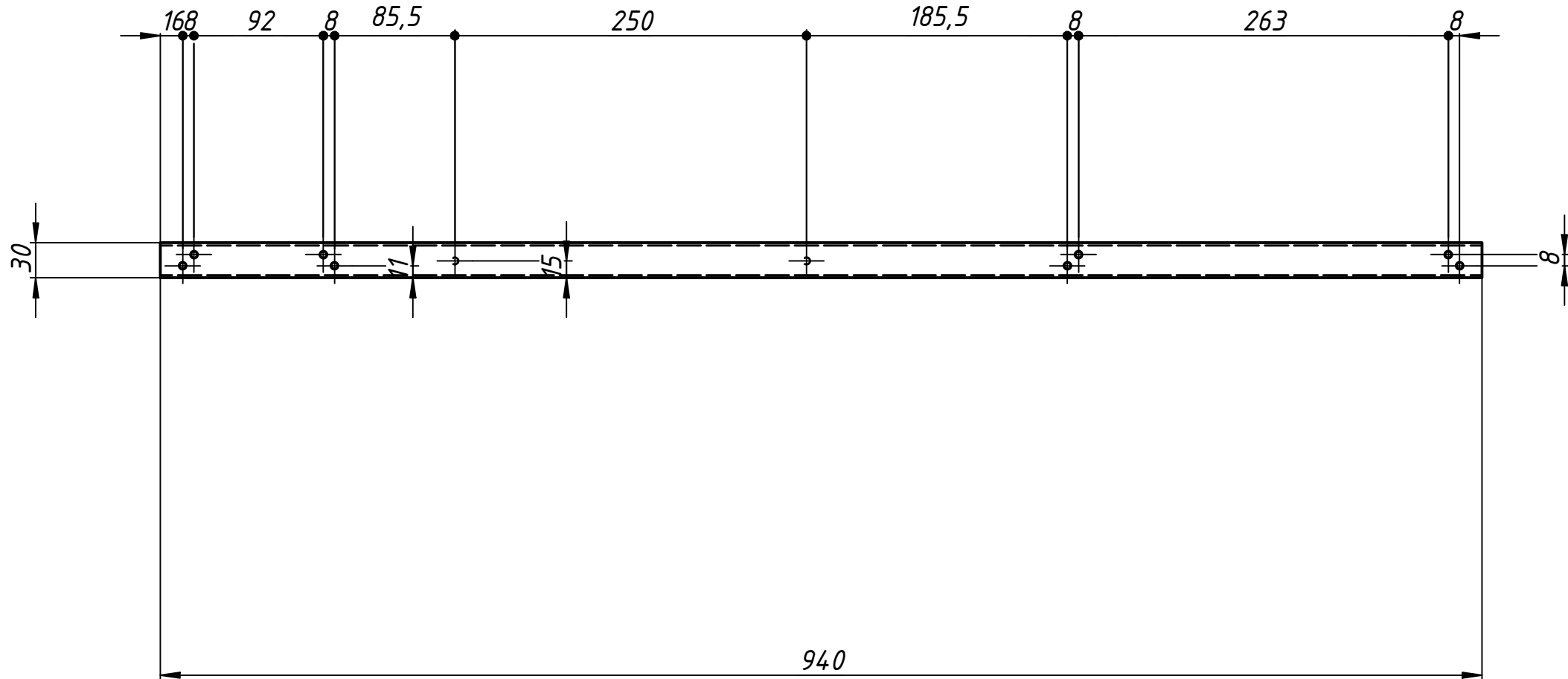
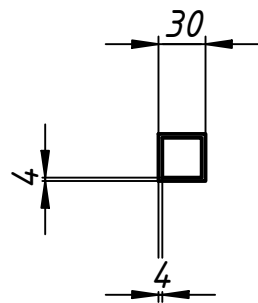
Подп. и дата

Инв. № дудл.

Взам. инв. №

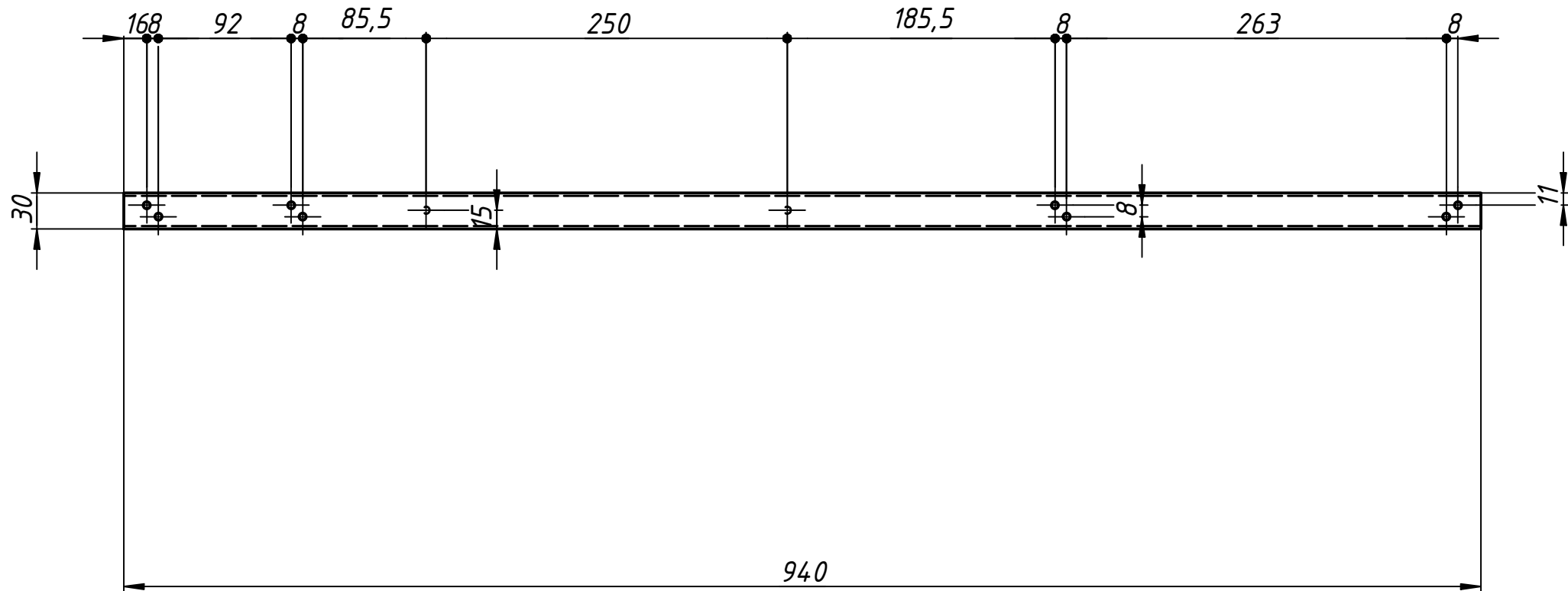
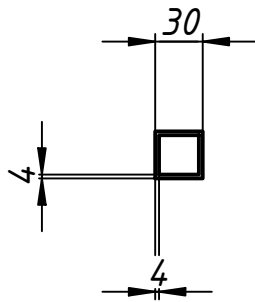
Подп. и дата

Инв. № подл.



					ФЮРА-301712.004			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Распорка	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Егор Веденин			6/12/2020			0.2	1:4
Пров.	Тырышкин А.В							
Т. контр.						Лист	Листов	1
Н. контр.					12X17Г9Н4	ТПУ ИШИТР Группа 8Е61		
Утв.	Тырышкин А.В				1	Копировал		

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дудл.	Подп. и дата	Справ. №		Перв. примен.
ФЮРА-301712.005							



					ФЮРА-301712.005			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Распорка	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Егор Веденин			6/12/2020			0.2	1:4
Пров.	Тырышкин А.В							
Т. контр.								
Нач.отд.					12X17Г9Н4	Лист	Листов	1
Н. контр.								
Утв.	Тырышкин А.В							

ФЮРА-301712.006

Перв. примен.

Справ. №

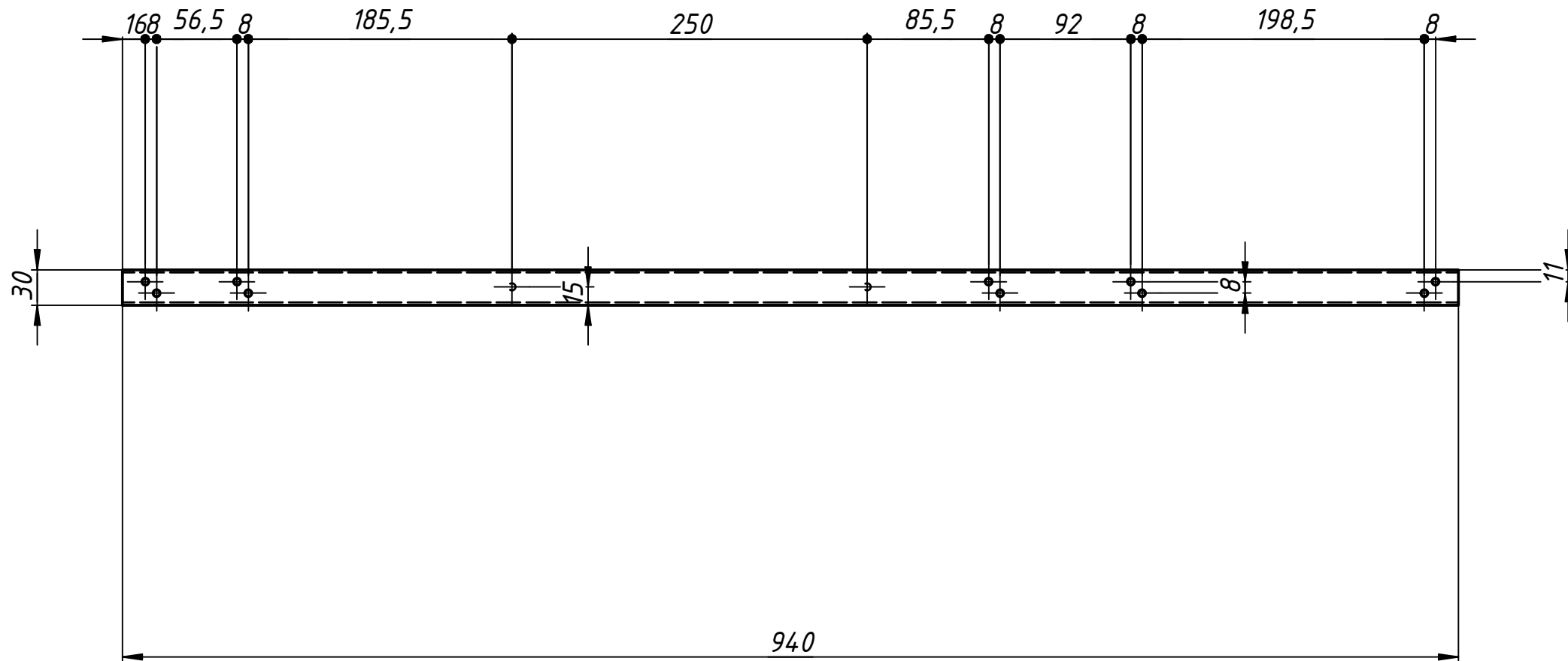
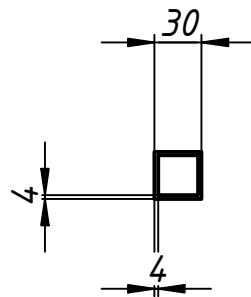
Подп. и дата

Инв. № дудл.

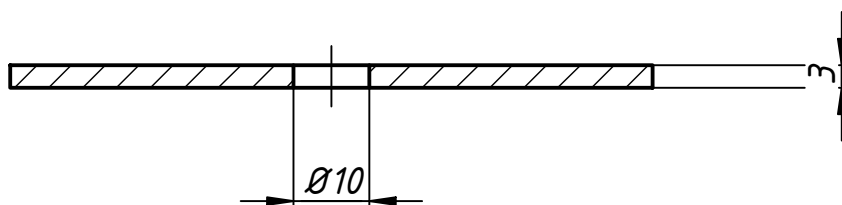
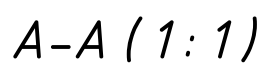
Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

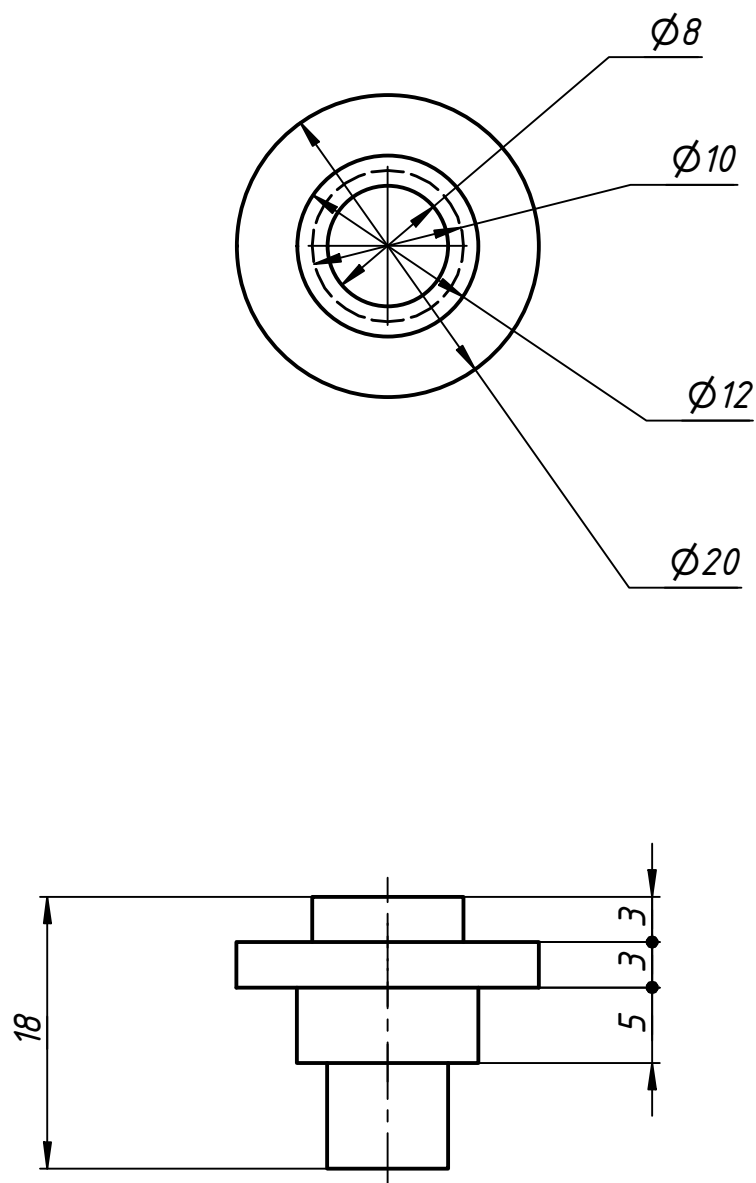


					ФЮРА-301712.006			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Распорка	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Егор Веденин			6/12/2020			0.2	1:4
Пров.	Тырышкин А.В							
Т. контр.						Лист	Листов	1
Н. контр.					12X17Г9Н4	ТПУ ИШИТР Группа 8Е61		
Утв.	Тырышкин А.В				1	Копировал		



Формат А4

		ΦHPA-304142.009
--	--	-----------------



ФЮРА-304142.009

Втулка

12X17Г9H4

Лит.

Macca

Ματωμαδ

0.0

2:1

Луст

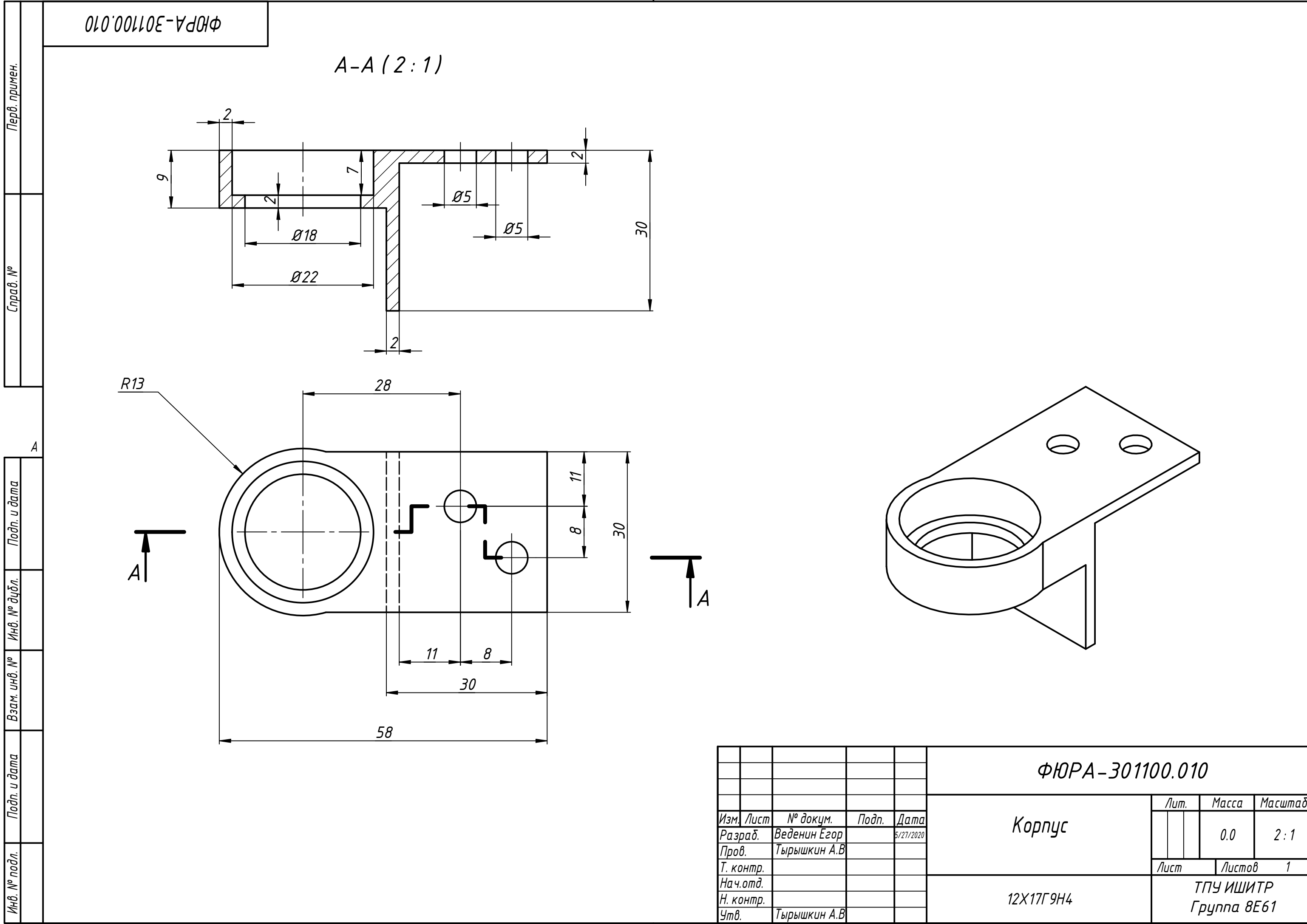
Листов

1

ТПУ ИШИР
Группа 8Е61

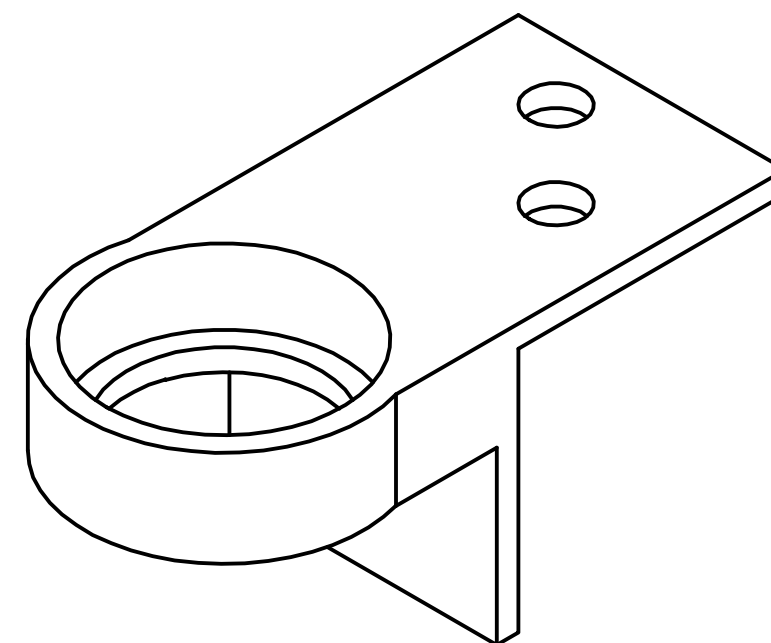
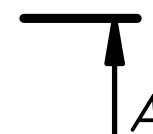
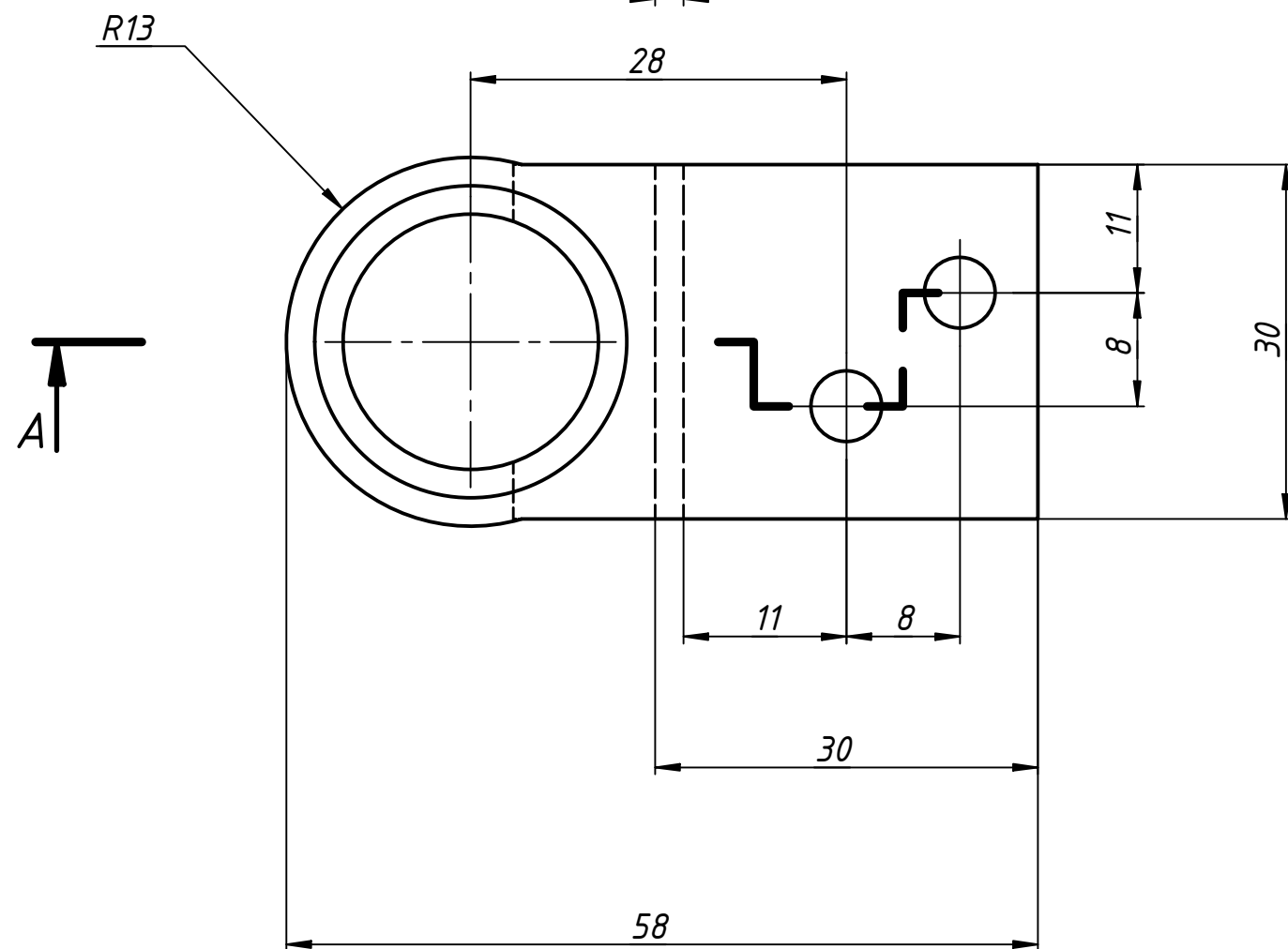
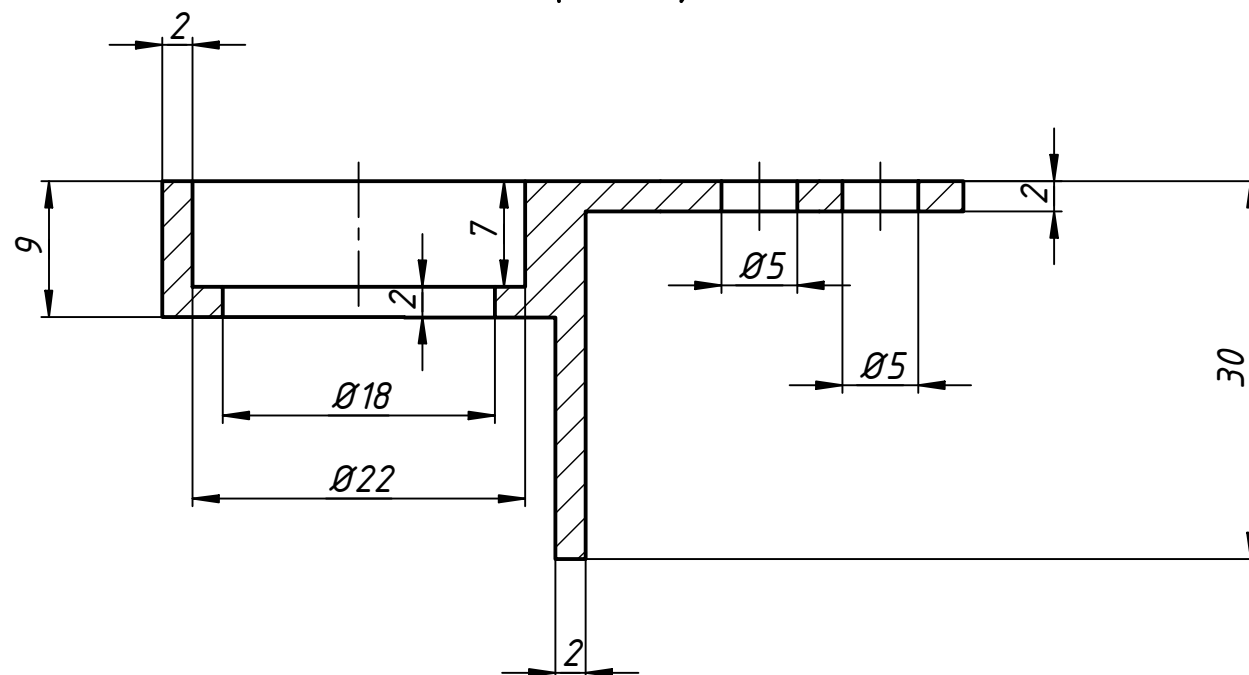
Копировал

Формат А4



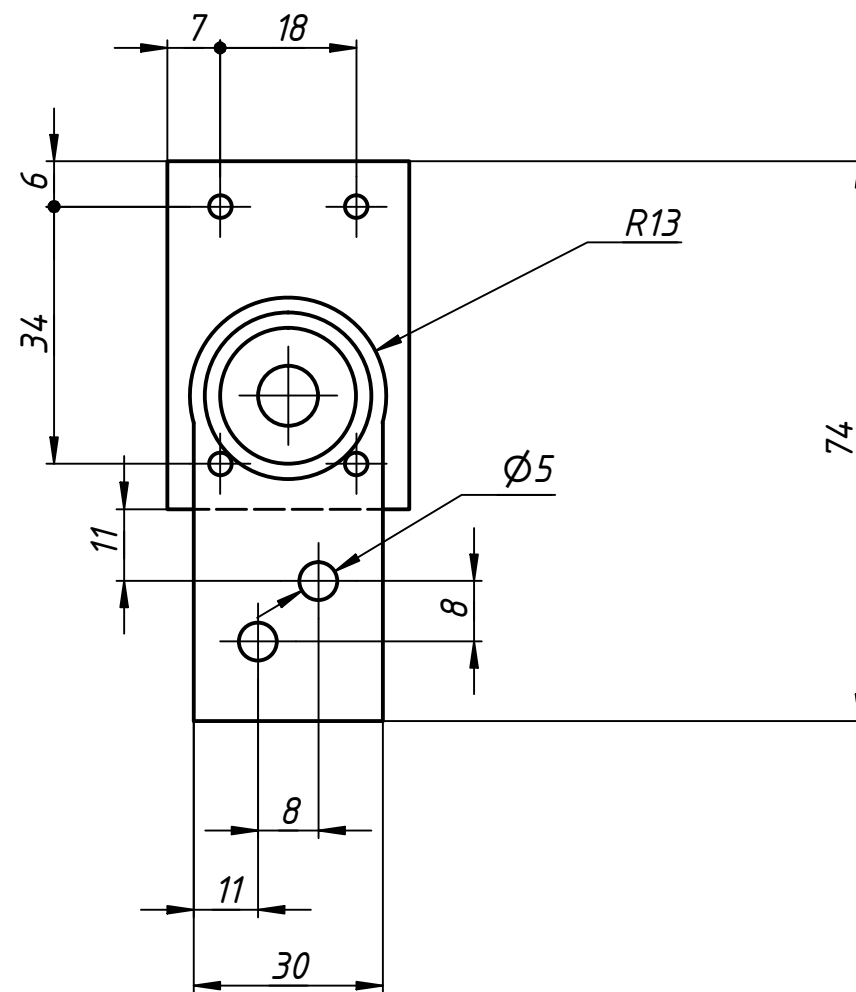
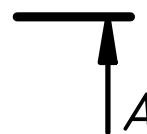
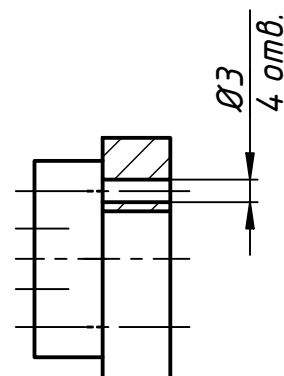
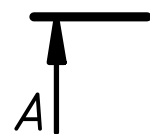
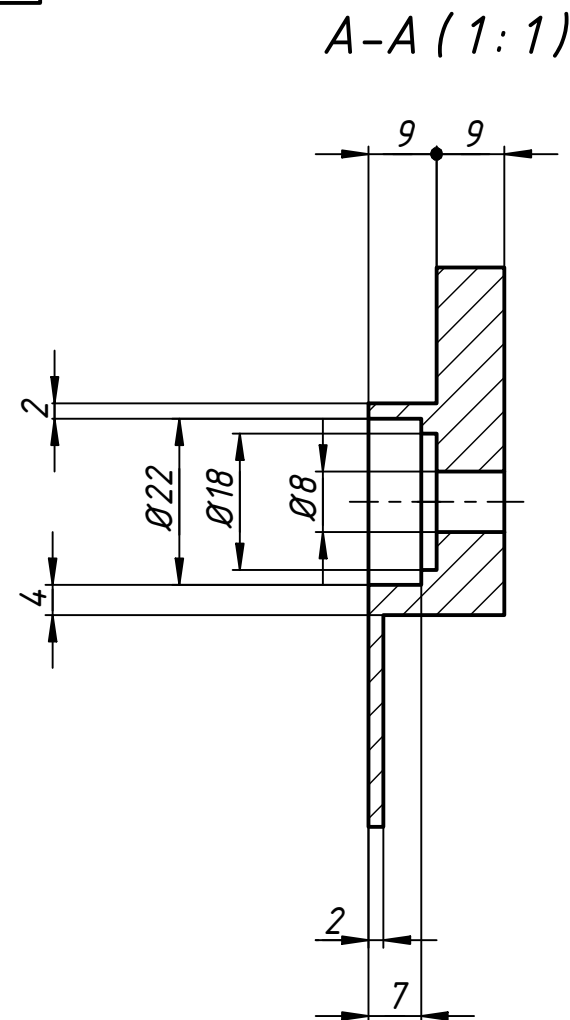
ΦΗΡΑ-301100.011

A-A (2:1)



					ФЮРА-301100.011				
					Корпус	Лит.		Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				0.0	2:1
Разраб.	Егор Веденин			5/29/2020					
Пров.	Тырышкин А.В								
Т. контр.						Лист	Листов 1		
Нач.отд.					12X17Г9Н4	ТПУ ИШИТР Группа 8Е61			
Н. контр.									
Утв.	Тырышкин А.В								

ΦΗΡΑ-301100.012

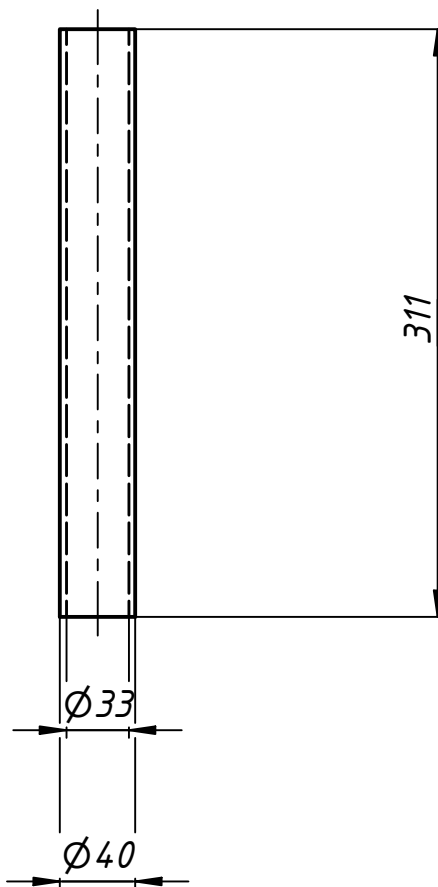


					ФЮРА-301100.012				
					Корпус	Лит.		Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				0.0	1:1
Разраб.	Веденин Егор			6/3/2020					
Пров.	Тырышкин А.В								
Т. контр.						Лист		Листов 1	
Нач.отд.					12Х17Г9Н4	ТПУ ИШИТР Группа 8Е61			
Н. контр.									
Утв.	Тырышкин А.В								

Листов	1
--------	---

		ΦH0PA-303710.14
--	--	-----------------

Инв. № подл.



					ФЮРА-303710.14					
					Вал	Лит.			Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					0.1	1:4
Разраб.	Егор Веденин			6/5/2020						
Пров.	Тырышкин А.В									
Т. контр.						Лист			Листов	1
Нач.отд.					12Х17Г9Н4	ТПУ ИШИТР Группа 8Е61				
Н. контр.										
Утв.	Тырышкин А.В									

Формат А4

Справ. №		Перв. примен.		ФЮРА-301712.015				
Подп. и дата		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. и дата		
Инв. № подл.		Т. контр.		Нач.отд.		Н. контр.		Утв.
Изм.		Лист		№ докум.		Подп.		Дата
Разраб.		Егор Веденин				6/6/2020		
Пров.		Тырышкин А.В						
12X17Г9Н4								
Тырышкин А.В								

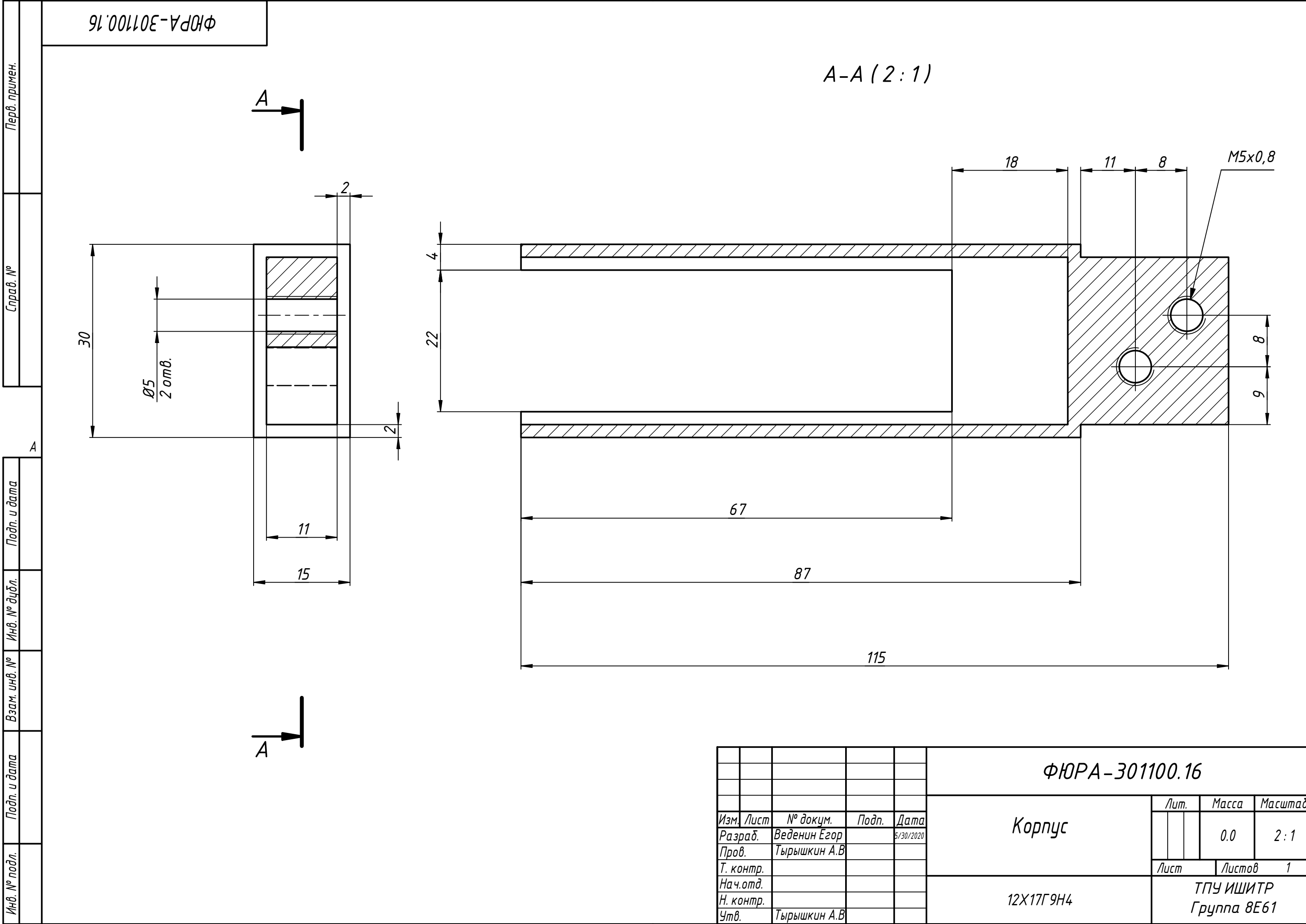
ФЮРА-301712.015

Распорка

12X17Г9Н4

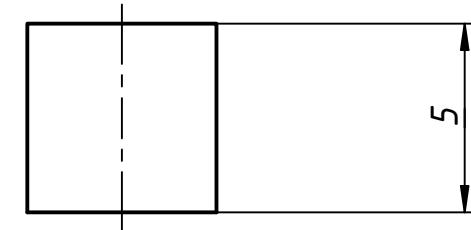
Лит.	Масса	Масштаб
	1.1	1:4
Лист	Листов	1
ТПУ ИШИТР		
Группа 8Е61		

Technical drawing of a rectangular part with dimensions: 325mm height, 8mm width, 11mm top flange, 16mm top flange offset, 30mm width, 30mm height, 4mm thickness, and Ø5 hole with 8mm offset.



					ФЮРА-301100.16				
					Корпус	Лит.		Масса	Масштаб
								0.0	2 : 1
						Лист		Листов 1	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	12Х17Г9Н4	ТПУ ИШИТР			
Разраб.	Веденин Егор			5/30/2020		Группа 8Е61			
Пров.	Тырышкин А.В								
Т. контр.									
Нач.отд.									
Н. контр.									
Утв.	Тырышкин А.В								

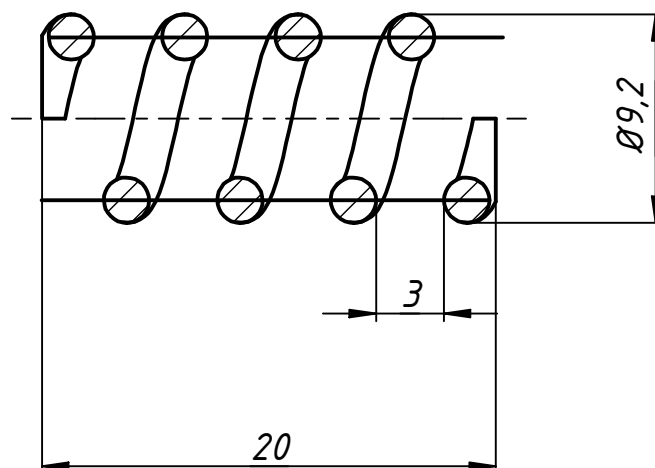
		$\phi_{HPPA-304142.017}$
--	--	--------------------------



					ФЮРА-304142.017								
					Втулка				Лит.		Масса	Масштаб	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата								0.0	5:1
Разраб.	Егор Веденин		6/6/2020										
Пров.	Тырышкин А.В												
Т. контр.									Лист		Листов	1	
Нач.отд.					12Х17Г9Н4				ТПУ ИШИТР Группа 8Е61				
Н. контр.													
Утв.	Тырышкин А.В												

Формат А4

		ΦH0PA-304580.018
--	--	------------------



1. Число рабочих витков $n=4$
2. Число витков полное $n_1=4$
3. Направление намотки – правое
4. Длина развернутой пружины $L=25$ мм
5. Диаметр используемой проволоки $d=2$

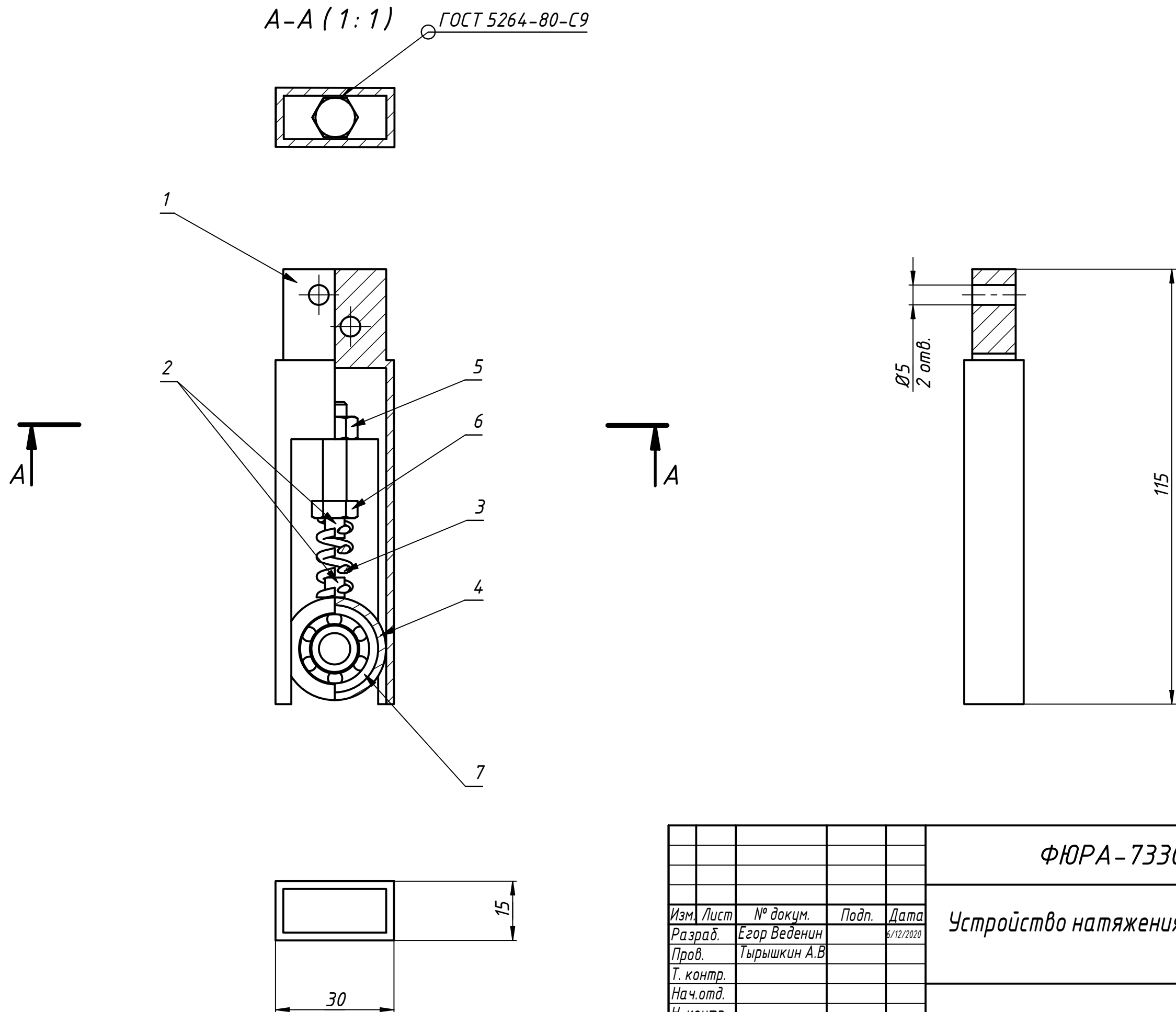
Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	<div>1. Число рабочих витков $n=4$ 2. Число витков полное $n_1=4$ 3. Направление намотки - правое 4. Длина развернутой пружины $L=25$ мм 5. Диаметр используемой проволоки $d=2$</div>									
Подп. и дата	Инв. № подл.					ФЮРА-304580.018						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата								
Разраб.	Егор Веденин		6/6/2020	Пружина		Лит.	Масса	Масштаб				
Пров.	Тырышкин А.В						0.0	3:1				
Т. контр.						Лист	Листов	1				
Нач.отд.						12X17Г9Н4		ТПУ ИШИТР Группа 8Е61				
Н. контр.												
Утв.	Тырышкин А.В											

Справ. №		Перв. примен.	
Инв. № подл.		Подп. и дата	
Взам. инв. №		Инв. № дубл.	
Подп. и дата		Инв. № подл.	
Изм.		Лист	
№ докум.		Подп.	
Дата		Изм.	
Разраб.		Егор Веденин	
Пров.		Тырышкин А.В	
Т. контр.			
Нач.отд.			
Н. контр.			
Утв.		Тырышкин А.В	
ФЮРА-304591.020		Стержень	
12X17Г9Н4		ТПУ ИШИТР	
		Группа 8Е61	
Лит.		Масса	
0.0		1:2	
Лист		Листов	
1		1	

375

Ø5

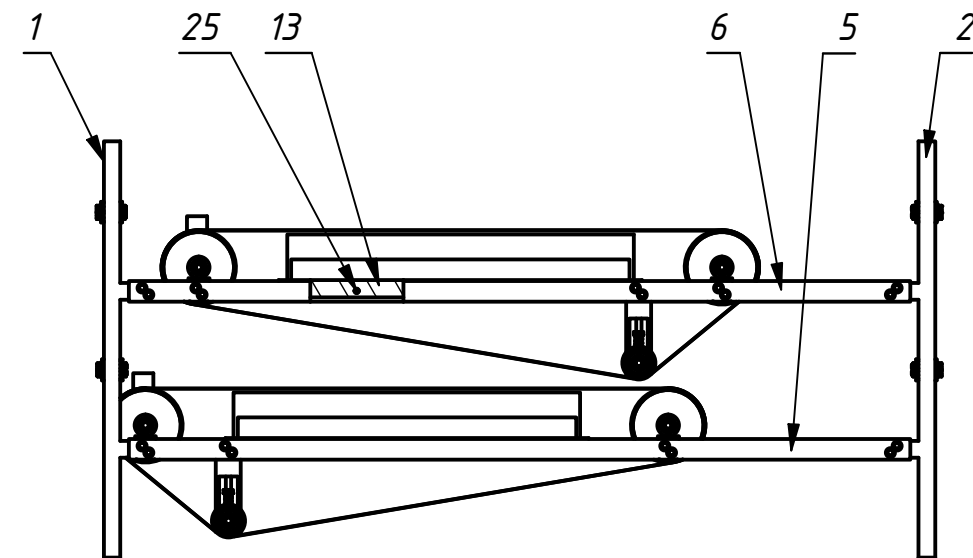
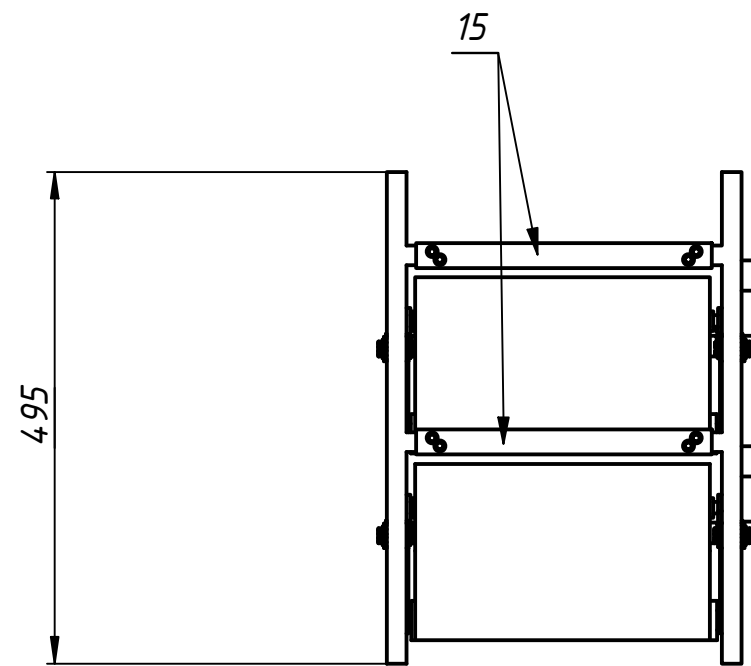
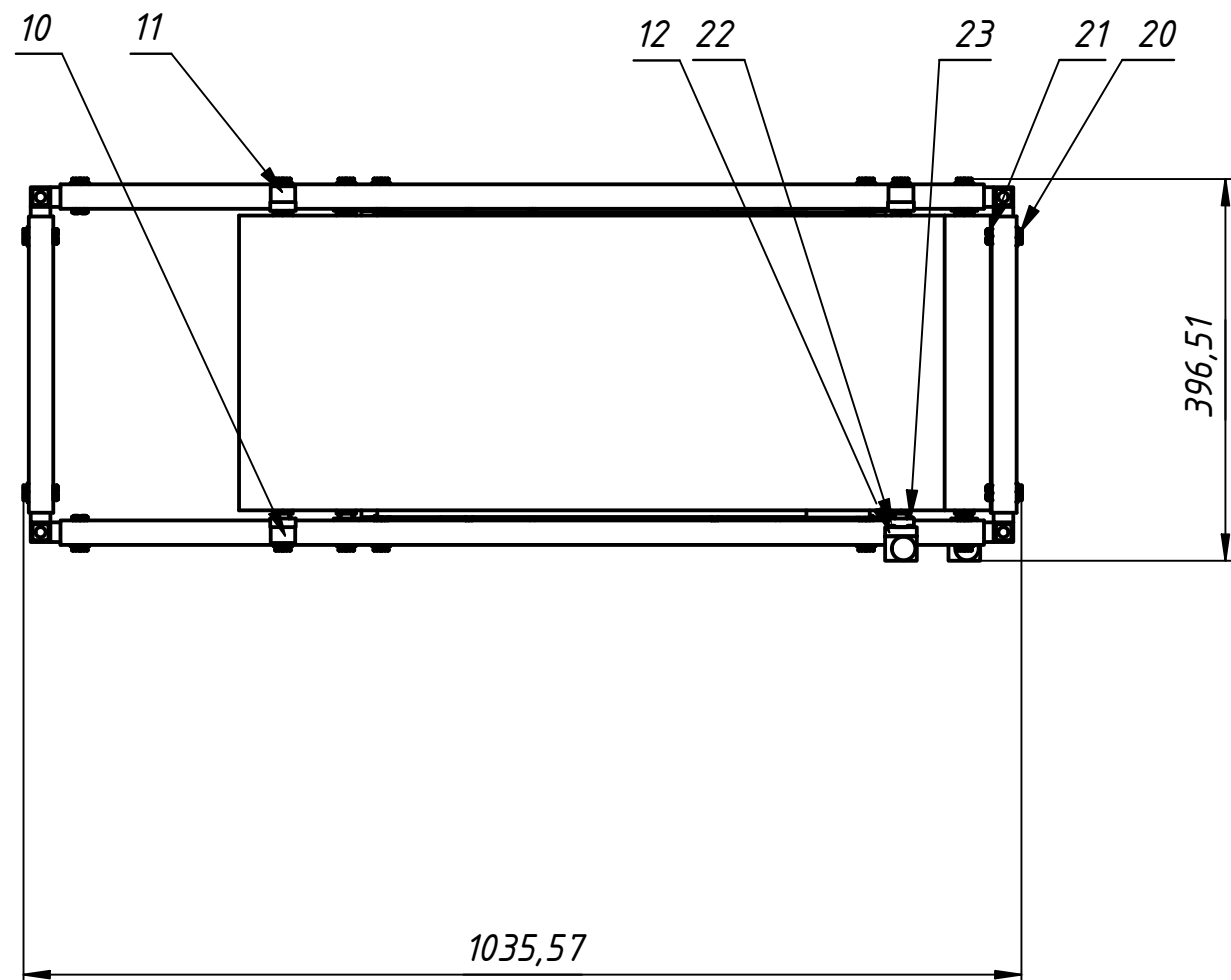
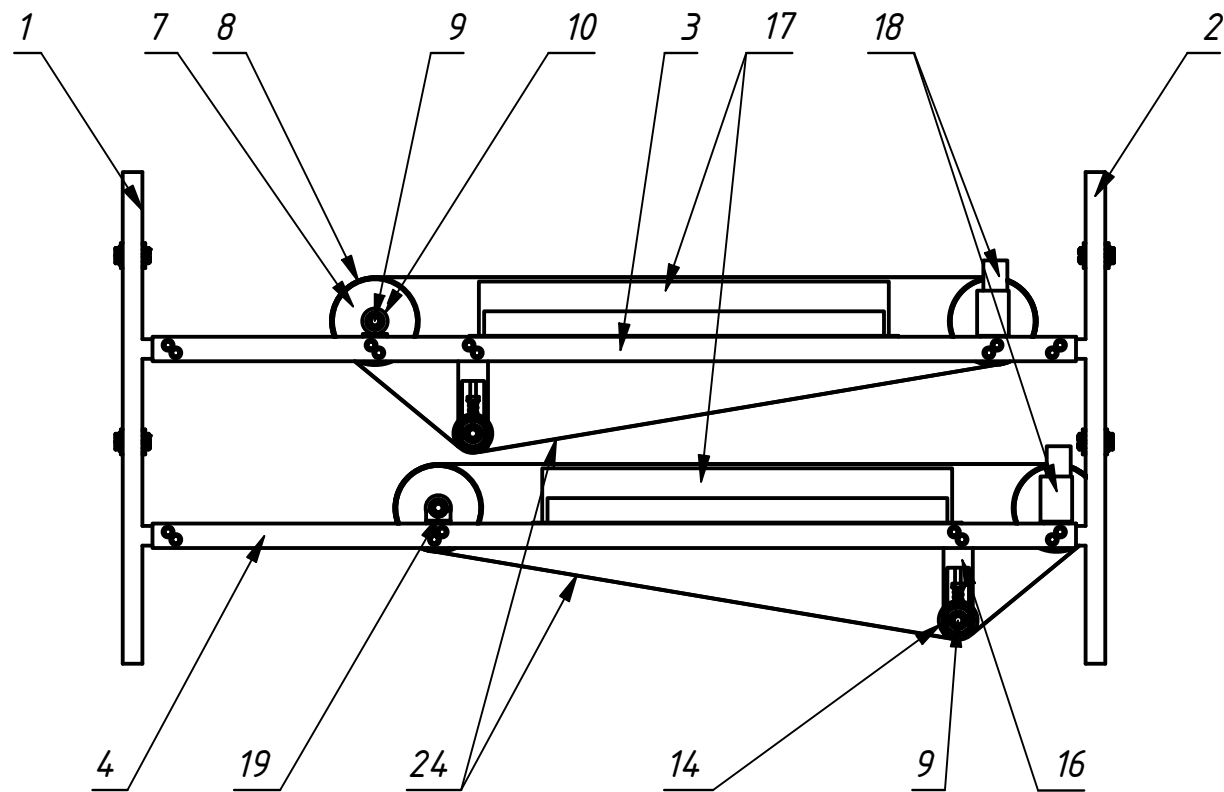
ΦΗΡΑ-733000.00005



					ФЮРА-733000.000СБ						
					Устройство натяжения	Лит.			Масса	Масштаб	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					0.0	1:1	
Разраб.	Егор Веденин			6/12/2020							
Пров.	Тырышкин А.В										
Т. контр.						Лист			Листов	1	
Нач.отд.						ТПУ ИШИТР					
Н. контр.						Группа 8Е61					
Утв.	Тырышкин А.В										

Перв. примен.		Справ. №		A	
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дудл.	Подп. и дата	

ФЮРА-733000.001СБ



					ФЮРА-733000.001СБ				
					Конвейер с нагревателем	Лит.		Масса	Масштаб
								96.8	0.13 : 1
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		Лист		Листов 1	
Разраб.	Егор Веденин			6/12/2020					
Пров.	Тырышкин А.В								
Т. контр.									
Нач.отд.					ТПУ ИШИТР Группа 8Е61				
Н. контр.									
Утв.	Тырышкин А.В								

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Егор Веденин			6/12/2020
Пров.	Тырышкин А.В			
Т. контр.				
Нач.отд.				
Н. контр.				
Утв.	Тырышкин А.В			

Форм	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
А3			ФЮРА-733000.001 СБ	Сборочный чертёж	1	
				<u>Детали</u>		
А3		1	ФЮРА-301421.001	Стойка	2	
А3		2	ФЮРА-301421.002	Стойка	2	
А3		3	ФЮРА-301712.003	Распорка	1	
А3		4	ФЮРА-301712.004	Распорка	1	
А3		5	ФЮРА-301712.005	Распорка	1	
А3		6	ФЮРА-301712.006	Распорка	1	
А4		7	ФЮРА-302631.007	Фланец	8	
А4		8	ФЮРА-303710.008	Вал	4	
А4		9	ФЮРА-304142.009	Втулка	10	
А3		10	ФЮРА-301100.010	Корпус	3	
А3		11	ФЮРА-301100.011	Корпус	3	
А3		12	ФЮРА-301100.012	Корпус	2	
А3		13	ФЮРА-301100.013	Корпус	2	
А4		14	ФЮРА-303710.14	Вал	2	
А4		15	ФЮРА-301712.015	Распорка	4	
А3		16	ФЮРА-733000.000 СБ	Устройство нат.	4	
				ФЮРА-733000.001 ТБ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Робот-блинопек	
Разраб.	Веденин Е.Д.					
Провер.	Тырышкин А.В.					
Утвердил	Тырышкин А.В.					
					Лит.	Лист
					У	Листов
						1
						2
					ТПУ ИК	
					Группа 8Е61	

[illegible]

[illegible]